



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN UHF DE TELEVISIÓN DIGITAL ABIERTA MEDIANTE UNA REPETIDORA Y POR UN CABLE DE TX”

MIGUEL FABRICIO BONÉ ANDRADE

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

RIOBAMBA – ECUADOR

Mayo, 2018



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN:

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación Modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, titulado: **DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN UHF DE TELEVISIÓN DIGITAL ABIERTA MEDIANTE UNA REPETIDORA Y POR UN CABLE DE TX**, de responsabilidad del señor Miguel Fabricio Boné Andrade, ha sido minuciosamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

ING. OSWALDO MARTÍNEZ GUASHIMA, M. Sc.

PRESIDENTE

ING. JUAN CARLOS SANTILLÁN LIMA, M. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

ING. RUTH GENOVEVA BARBA VERA, M. Sc.

MIEMBRO DE TESIS

ING. JORGE LUIS PAUCAR SAMANIEGO, M. Sc.

MIEMBRO DE TESIS

Riobamba, Mayo 2018

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Miguel Fabricio Boné Andrade, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Miguel Fabricio Boné Andrade

N.º de Cédula: 131057659-8

@2018, Miguel Fabricio Boné Andrade

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Miguel Fabricio Boné Andrade, declaro que el presente proyecto de investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.

Miguel Fabricio Boné Andrade

Nº de Cédula: 1310576598

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi madre, esposa y demás familiares que siempre han estado a mi lado con su apoyo incondicional y creyendo en mí.

En especial a mi madre y esposa que con su amor y comprensión me ha sabido guiar y acompañar en todos los momentos de mi vida.

A mis compañeros y amigos por los momentos compartidos.

Miguel Fabricio Boné Andrade

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por darme la oportunidad de obtener una profesión y ser una ayuda para la sociedad.

A mi familia por su apoyo y comprensión.

Miguel

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	2
1.1.1 Situación Problemática	2
1.1.2 Formulación del Problema.....	3
1.1.3. Preguntas directrices	3
1.2. Justificación de la investigación	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Hipótesis	4
CAPITULO II	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes del problema	5
2.2. Bases Teóricas	7
2.2.1. Televisión Analógica Abierta	7
2.2.2. Formatos de Televisión Analógica.....	7
2.2.2.1. ATSC (Sistema Americano)	7
2.2.2.2. NTSC (Comisión Nacional de Sistemas de Televisión)	8
2.2.2.3. PAL (Línea Alternada en Fase).....	9
2.2.2.4. SECAM (Color Sequential con Memoria)	9
2.2.3. Señal de Televisión Analógica	10
2.2.4. Transmisión de Video y Audio	10
2.2.4.1. Generación de la Señal de Video	12
2.2.5. Distribución de Frecuencias	12

2.2.6.	<i>Desventaja de la Televisión Analógica</i>	13
2.3.	Televisión Digital (TVD)	14
2.3.1.	Televisión Digital Terrestre (TDT)	17
2.3.1.1.	<i>Características de la televisión digital terrestre</i>	18
2.3.1.1.1.	<i>Funcionamiento</i>	18
2.3.1.1.2.	<i>Mayor Aprovechamiento del ancho de banda</i>	19
2.3.1.1.3.	<i>Mayor calidad de imagen y sonido</i>	20
2.3.1.1.4.	<i>Mayor número de emisiones televisivas</i>	20
2.3.1.1.5.	<i>Menor potencia de emisión</i>	20
2.3.1.1.6.	<i>Movilidad</i>	20
2.3.1.2.	<i>Diagrama de la TDT</i>	21
2.3.1.2.1.	<i>Codificación de la señal fuente</i>	21
2.3.1.2.2.	<i>Multiplexación</i> ¡Error! Marcador no definido.	
2.3.1.2.3.	<i>Codificación de canal y Modulación</i>	21
2.3.1.2.4.	<i>Capa Física</i>	22
2.3.1.3.	<i>Estándares de la Televisión Digital Terrestre</i>	22
2.3.1.3.1.	<i>ATSC (Advance Television System Committee) Estándar Americano</i>	23
2.3.1.3.1.1.	<i>Características del Estándar ATSC</i>	24
2.3.1.3.2.	<i>DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial)</i>	24
2.3.1.3.2.1.	<i>Características del Estándar DVB-T</i>	25
2.3.1.3.3.	<i>ISDB-T (Integrated Service Digital Broadcasting - Terrestrial)</i>	26
2.3.1.3.3.1.	<i>Características del Estándar ISDB-T</i>	26
2.3.1.3.4.	<i>SBTVD (Sistema Brasileño de Television Digital)</i>	27
2.3.1.3.5.	<i>DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broascasting)</i>	27
2.3.1.3.5.1.	<i>Características del Estándar DMTB</i>	27
2.3.1.3.6.	<i>Comparación de los diferentes Estándares</i>	28
2.3.1.4.	<i>Red de TDT</i>	28
2.3.1.5.	<i>Ventajas de la televisión digital terrestre</i>	31

2.3.1.6.	<i>Desventajas de la televisión digital terrestre</i>	31
2.3.1.7.	<i>Televisión Analógica vs Televisión Digital</i>	31
2.4.	ISDB-Tb/ SBTVD (Sistema Nipo-Brasileño de Televisión Digital Terrestre).	33
2.4.1.	<i>Características del estándar SBTVD</i>	34
2.4.2.	<i>Estructura del Estándar SBTVD</i>	36
2.4.3.	<i>Modulación del Estándar SBTVD</i>	38
2.4.4.	<i>Ventajas del Estándar SBTVD</i>	39
2.4.5.	<i>Desventajas del Estándar SBTVD</i>	39
2.4.6.	<i>Técnicas Adoptadas por el Estándar SBTVD</i>	39
2.4.7.	<i>Middleware (Ginga)</i>	40
2.4.7.1.	<i>Arquitectura de implementación de Ginga</i>	41
2.5.	Sistema de Transmisión de Ecuavisión Canal 29 UHF	41
2.5.1.	<i>Función de la Estación Televisiva Ecuavisión canal 29</i>	42
2.5.1.1.	<i>Área de Producción</i>	44
2.5.1.1.1.	<i>Estudio de televisión</i>	44
2.5.1.1.2.	<i>Cámaras de Video</i>	44
2.5.1.1.3.	<i>Teleprompter</i>	45
2.5.1.1.4.	<i>Monitor 45</i>	
2.5.1.2.	<i>Área de Programación</i>	46
2.5.1.2.1.	<i>Consola de Audio</i>	46
2.5.1.2.2.	<i>Mezclador de Video</i>	47
2.5.1.2.3.	<i>Monitores</i>	47
2.5.1.2.4.	<i>Generadores de Caracteres</i>	48
2.5.1.3.	<i>Área de Trasmisión</i>	48
2.5.1.3.1.	<i>Trasmisor</i>	48
2.5.1.3.1.1.	<i>Características del sistema de trasmisión</i>	49
2.5.1.3.2.	<i>Enlace Microondas</i>	50
2.5.1.3.2.1.	<i>Descripción del Enlace Microondas</i>	50

2.5.1.3.3.	<i>Sistema Radiante</i>	50
2.5.2.	<i>Características técnicas del Canal de Ecuavisión Canal 29</i>	51
CAPITULO III		52
3.	MARCO METODOLOGICO	52
3.1.	Metodología de la Investigación	52
3.1.1.	<i>Tipo de Investigación</i>	52
3.1.2.	<i>Métodos de la Investigación</i>	52
3.1.3.	<i>Técnicas de Investigación</i>	53
3.1.4.	<i>Herramientas e Instrumentos</i>	54
3.1.5.	<i>Población de la Investigación</i>	55
3.2.	Metodología del Diseño	55
3.3.	Metodología de la Propuesta	57
CAPITULO IV		58
4.	MARCO DE RESULTADOS	58
4.1.	Análisis del diseño de transmisión actual del canal Ecuavisión # 29 UHF en el cantón Riobamba.	58
4.1.1.	<i>Esquema del sistema de transmisiones de la Estación Televisiva Ecuavisión</i>	58
4.1.2.	<i>Simulaciones en Radio Mobile del sistema de transmisiones de Ecuavisión.</i>	59
4.1.2.1.	<i>Enlace de Microonda: Estudio – Transmisor</i>	59
4.1.2.2.	<i>Enlace Sistema Radiante: Transmisor – Receptor.</i>	61
4.1.2.3.	<i>Resultados de los radioenlaces</i>	63
4.2.	Diseño de una Arquitectura para la transmisión de TDT	68
4.2.1.	Propuesta Económica	71
4.2.1.1.	<i>Instalación, configuración y puesta en marcha</i>	76
4.2.1.1.1.	<i>Instalación de equipos</i>	76
4.2.1.1.2.	<i>Configuración de equipos</i>	77
4.2.1.1.3.	<i>Puesta en marcha de los equipos.</i>	77
4.3.	Estructura de la propuesta para transmisión TDT para el canal de televisión Ecuavisión	78
4.3.1.	Simulación de una red de trabajo TDT con Radio Mobile	79
4.3.1.1.	<i>Configuración de la red de Trabajo TDT</i>	80

4.3.1.2.	<i>Configuración de la cobertura TDT</i>	81
4.3.1.3.	<i>Cobertura TDT para Ecuavisión</i>	85
4.4.	Calculo de la Intensidad de Campo	86
4.4.1.	<i>Cálculo de primera zona de Fresnel</i>	87
4.5.	Análisis Costo/ Beneficio	91
4.6.	Comprobación de la Hipótesis	91
4.6.1.	<i>Variables</i>	92
4.6.1.1.	<i>Variables Independientes</i>	92
4.6.1.2.	<i>Variables Dependientes</i>	92
4.6.2.	<i>Población</i>	92
4.6.3.	<i>Procedimientos Generales</i>	92
4.6.3.1.	<i>Instrumentos de Recolección de Datos</i>	92
4.6.3.2.	<i>Validación de los Instrumentos</i>	93
4.6.4.	<i>Escenario de Simulación</i>	93
4.6.5.	<i>Procesamiento de la Información</i>	94
4.6.6.	<i>Prueba de Hipótesis</i>	94
4.6.6.1.	<i>Grados de Libertad</i>	94
4.6.6.2.	<i>Valor Crítico</i>	95
CONCLUSIONES		103
RECOMENDACIONES		104
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Fecha de creación de los canales de cobertura nacional de Ecuador	6
Tabla 2-2: Especificaciones técnicas del estándar NTSC-M	8
Tabla 3-2: Cuadro comparativo entre sistemas de televisión analógica	9
Tabla 4-2: Bandas de frecuencia para VHF y UHF	12
Tabla 5-2: Asignación de frecuencias para televisión.....	13
Tabla 6-2: Medios de transmisión de TV digital.....	17
Tabla 7-2: Estándares a nivel mundial	23
Tabla 8-2: Comparación de los diferentes estándares	28
Tabla 9-2: Comparación de la televisión digital con la televisión analógica	32
Tabla 10-2: Características del estándar SBTVD	35
Tabla 11-2: Características del estándar SBTVD	35
Tabla 12-2: Características técnicas de la transmisión	49
Tabla 13-2: Características técnicas del canal Ecuavisión.....	51
Tabla 14-2: Coordenadas geográficas del estudio y el cerro Cacha	51
Tabla 1-4: Coordenadas geográficas de los receptores.....	61
Tabla 2-4: Resultados obtenidos para los puntos de recepción de TVA	64
Tabla 3-4: Sistema de transmisión digital 1	72
Tabla 4-4: Sistema de transmisión digital 2	73
Tabla 5-4: Sistema de microonda digital	74
Tabla 6-4: Equipos para el estudio de TV digital	75
Tabla 7-4: Costo total de la proforma Ecuatronix CIA. LTDA.....	76
Tabla 8-4: Total de la propuesta para Ecuavisión	78
Tabla 9-4: Parámetros de transmisión de TDT.....	79

Tabla 10-4: Resultados de la transmisión de TDT	83
Tabla 11-4: Cálculo de la intensidad de campo.....	86
Tabla 12-4: Cálculo de la primera zona de fresnel	89
Tabla 13-4: Intensidad de campo TVA y TDT.....	90
Tabla 14-4: Cuadro cálculo de chi cuadrado	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Sistema ATSC.....	8
Figura 2-2: Escaneo de trama	10
Figura 3-2: Espectro radioeléctrico de un canal de televisión	11
Figura 4-2: Codificación de la señal de televisión digital.....	14
Figura 5-2: Recepción de TDT con STB	18
Figura 6-2: Recepción de TDT con STB	19
Figura 7-2: Recepción de TDT con televisores que soporten TV digital	19
Figura 8-2: Diagrama de bloques de la TDT	21
Figura 9-2: Diagrama de un sistema TDT	22
Figura 10-2: Estándares mundiales para la TDT	23
Figura 11-2: Sistema básico ATSC	24
Figura 12-2: Sistema básico DVB-T	25
Figura 13-2: Sistema básico ISDB-T.....	26
Figura 14-2: Esquema MFN y SFN.....	29
Figura 15-2: Esquema MFN	29
Figura 16-2: Esquema SFN.....	30
Figura 17-2: Sistema básico SBTVD.....	34
Figura 18-2: Estructura del sistema ISDB-Tb o SBTVD	36
Figura 19-2: Diagrama del sistema ISDB-Tb o SBTVD	36
Figura 20-2: Diagrama de bloques de transmisor del estándar SBTVD.....	40
Figura 21-2: Capas de middleware	41
Figura 22-2: Sello Ecuavisión Canal 29 UHF	42
Figura 23-2: Instalaciones de Ecuavisión Canal 29 UHF	43

Figura 24-2: Áreas del Ecuavision Canal 29 UHF	43
Figura 25-2: Estudio del canal de televisión Ecuavisión	44
Figura 26-2: Cámaras usadas en el canal de televisión Ecuavisión.....	45
Figura 27-2: Teleprompter del canal de televisión Ecuavisión.....	45
Figura 28-2: Consola de Audio del canal de televisión Ecuavisión.....	46
Figura 29-2: Mezclador de video del canal de televisión Ecuavisión.....	47
Figura 30-2: Monitores del canal de televisión Ecuavisión.....	47
Figura 31-2: Generador de caracteres del canal de televisión Ecuavisión.....	48
Figura 32-2: Trasmisor del canal de televisión Ecuavisión	49
Figura 33-2: Enlace de microondas del canal de televisión Ecuavisión	50
Figura 1-4: Estación televisiva Ecuavisión con matriz en Riobamba	58
Figura 2-4: Configuración del sistema de enlace microonda	59
Figura 3-4: Radioenlace Ecuavisión – cerro Cacha	60
Figura 4-4: Enlace estudio - transmisor (ECUAVISIÓN - CACHA)	60
Figura 5-4: Asignación de las unidades al sistema enlace microonda	62
Figura 6-4: Configuración del sistema Sist-Tx-Analógico.	62
Figura 7-4: Escenario de la simulación transmisor-receptor.	63
Figura 8-4: Enlace de microonda cerro Cacha – Licto.....	65
Figura 9-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Licto	66
Figura 10-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Licto	66
Figura 11-4: Umbral de recepción cerro Cacha - Pungalá	67
Figura 12-4: Área de cobertura de la estación televisiva Ecuavisión.....	68
Figura 13-4: Arquitectura para la transmisión de TDT	70
Figura 14-4: Esquema de sistema de trasmisión para el canal Ecuavisión	79
Figura 15-4: Configuración del sistema emisor TDT.....	80
Figura 16-4: Enlace Ecuavisión – cerro Cacha	81

Figura 17-4: Enlace transmisor – receptor para TDT.....	82
Figura 18-4: Enlace transmisor – receptor para TDT.....	82
Figura 19-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Licto	84
Figura 20-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Pungalá.....	84
Figura 21-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Penipe.....	85
Figura 22-4: Alcance de la cobertura TDT.....	85
Figura 23-4: Perfil de elevación del terreno del cerro Cacha-Licto	88

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
TVA	Televisión analógica terrestre
TDT	Televisión digital terrestre
ISDB-Tb	Radiodifusión digital terrestre de servicios integrados, versión brasileña
VHF	Muy alta frecuencia (very high frequency)
UHF	Ultra alta frecuencia (ultra high frequency)
PAL	Línea alternada en fase - phase alternation line
SECAM	Color secuencial con memoria - séquentiel couleur à mémoire
NTSC	Comisión nacional de sistemas de televisión
RGB	Red, Green, Blue
TVD	Televisión digital
LDTV	Low definition televition
SDTV	Standart definition televition
EDTV	Enhanced definition televition
HDTV	High definition televition
EPG	Guía de programación electrónica
SFN	Red de frecuencia única (single frequency network)
MFN	Red de múltiples frecuencias (multiple frequency network)
STB	Set-top box
ATSC	Advance televition system committee
DVB-T	Digital video broadcasting terrestrial

DTMB	Digital terrestrial multimedia broadcasting
ISDB-T	Integrated services digital broadcasting terrestrial
SBTVD	Sistema brasileño de televisión digital terrestre
MPEG-2	Moving picture expert group
OFDM	Multiplexación por división de frecuencias ortogonales
BST-OFDM	Band segmented transmission – orthogonal frequency division multiplexing
FDM	Multiplexación por división de frecuencias
ICI	Interferencia entre las portadoras
BST	Transmisión segmentada por bandas
QPSK	Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura
DQPSK	modulación por desplazamiento de fase en cuadratura diferencial
16QAM	Modulación de amplitud en cuadratura de 16 estados
64QAM	Modulación de amplitud en cuadratura de 64 estados
AVC	Advanced video coding
AAC	Advanced audio coding
GINGA-NCL	Ginga nested context language
GINGA-J	Ginga java
GINGA-CC	Ginga common core
TS	Transport stream
BTS	Flujos de transporte de broadcasting
FEC	Forward error correction
TMCC	Control de configuración para la transmisión y multiplexación
ISI	Intersymbol interference

IFFT	Transformada rápida de fourier inversa
RF	Radio frecuencia
FI	Frecuencia intermedia
P.E.R	Potencia efectiva radiada
W	Vatio
MHz	Mega hertz
dB	Decibelio
dBμV/m	Intensidad de campo

RESUMEN

El objetivo del trabajo de titulación fue el diseño y evaluación de un sistema de distribución UHF de televisión digital abierta, en el canal Ecuavisión de la ciudad de Riobamba, se realizó una investigación de las normas vigentes sobre la arquitectura TVA que actualmente usa el canal Ecuavisión y la guía de implementación de la norma brasileña ABNT-NBR-150 donde establece el nivel mínimo de intensidad de campo (51 dBuV/m). Se combina metodologías de búsqueda sobre la información de los equipos que utiliza el canal y el método de investigación lógico deductivo, con la ayuda de las ofertas entregadas por parte de Ecuatronix, se analizó el Costo/Beneficio para Ecuavisión. Para verificar la cobertura y limitaciones de la transmisión analógica, se utilizó el Software Radio Mobile y Google Earth, para los diferentes valores de cobertura y se realizó una proyección de cobertura para TDT. Se concluye que el estudio para la migración de transmisión analógica a TDT bajo la norma ISDB-Tb, es viable y factible, logrando cubrir un 80% del total de la cobertura para Riobamba y sus alrededores permitiendo obtener niveles óptimos de intensidad de campo para la transmisión de señal digital. Se recomienda que Ecuavisión capacite al personal en las áreas de producción, programación y contenidos multimedia para aprovechar todos los recursos de TDT.

Palabras clave: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TELEVISION DIGITAL TERRESTRE (TDT)>, <SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN UHF>, <RADIODIFUSIÓN DIGITAL TERRESTRE DE SERVICIOS INTEGRADOS VERSIÓN BRASILEÑA (ISDB-TB)>, <COBERTURA LOCAL>.

ABSTRACT

The objective of the research work was focused in the design and evaluation of a distribution system with an open digital television UHF for Ecuavisión channel, located in the Riobamba city. It carried out an investigation of the current regulations based on architecture TVA used by Ecuavisión, and the implementation guide according to the Brazilian standard ABNT- NBR-150 which establishes the minimum level of field strength (51 dBuV/m). At the same time, it combined searching methodologies to obtain information of the equipment that is used in the company; the logical-deductive research method, and with the support of the offers delivered by Ecuatronix analyzed the cost / benefit for Ecuavisión. To verify the coverage and limitations of the analogue transmission used the Radio Mobile Software and Google Earth for the different coverage values and made a coverage projection for TDT. It is concluded that the study for the migration of analogue transmission to TDT under the standard ISDB-Tb is viable and feasible covering the 80% of the total coverage for Riobamba and its surroundings, obtaining optimum levels of field strength for digital signal transmission. It is recommended that Ecuavisión trains its staff in the areas of production, programming and multimedia contents to take advantage of all the TDT resources.

Keywords: <TECHNOLOGY AND SCIENCE OF ENGINEERING>, <DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION (TDT)>, <UHF DISTRIBUTION SYSTEM>, <TERRESTRIAL DIGITAL BROADCASTING OF INTEGRATED SERVICES BRAZILIAN VERSION (ISDB-TB)>, <LOCAL COVERAGE>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Debido a los avances tecnológicos, la televisión junto con el internet han evolucionado convirtiéndose en uno de los principales medios de comunicación e influyentes de nuestro país, generando un gran impacto social, cultural, político, y económico; en la actualidad la evolución de la televisión analógica (TVA) permite la aparición de una nueva tecnología denominada la televisión digital (TVD), la cual permitirá difundir señales de televisión con mejores características con respecto a la televisión analógica; una de las principales formas de ver la Televisión Digital Terrestre (TDT) posee el estándar ISDB-Tb que adoptado Ecuador.

Esta nueva tecnología promueve una mejora en la calidad de la imagen, audio y permite la interacción usuaria y el contenido del programa, el uso eficiente del espectro radioeléctrico, la posibilidad de incrementar la cantidad de señales transmitidas, así como también permitirá el mejorar los servicios interactivos asociados al contenido televisivo.

En el Ecuador el 31 de diciembre de 2017 se efectuará la segunda fase del llamado "apagón analógico" para las áreas de cobertura de las estaciones que por lo menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población entre 500.000 y 200.000 habitantes, como es el caso de la provincia de Chimborazo, por tal motivo las dos estaciones televisivas Ecuavisión Canal 29 y TV Sultana Canal 13 deben estar preparados para este suceso.

El presente trabajo de titulación de maestría, tiene como objetivo el diseño y evaluación de un sistema de distribución UHF de televisión digital abierta mediante una repetidora y por un cable de TX; se eligió la estación televisiva Ecuavisión canal 29 para el respectivo análisis de la tecnología televisión digital terrestre (TDT) y ver la cobertura que tiene en el cantón Riobamba y sus alrededores.

El desarrollo de este trabajo de investigación, se estructura en 4 capítulos. En el Capítulo I se realiza el análisis del problema de investigación, su situación problemática, introducción, justificación, objetivos generales y específicos, así como el planteamiento de la hipótesis.

En el capítulo 2, se presenta el Estado del arte de la televisión digital y se enlistaran algunos trabajos de investigación relacionados con el tema propuesto y el estándar ISDB-Tb, además de

las principales características de la televisión analógica y TDT, se indicará los formatos en los que puede trabajar cada una, concentrándose más en el formato ISDB-Tb.

En el capítulo 3 se indica la metodología utilizada para el desarrollo de este documento, métodos a utilizar y alcances propuestos, así como la selección de la muestra e instrumentos para la recolección de datos; a continuación en el capítulo 4 se procederá al análisis mediante el software Radio Mobile del sistema de televisión analógica que actualmente utiliza el Canal 29; luego se procederá a realizar y verificar la cotización recibida de Ecuatronix para finalmente realizar el diseño que permita la transmisión de la televisión digital terrestre (TDT) en el canal de televisión abierta Ecuavisión. Luego se expondrá los criterios sobre el análisis Costo Beneficio que representa para el Canal 29 este cambio tecnológico, por último, se muestra las conclusiones y recomendaciones producto del estudio realizado anteriormente.

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Situación problemática

El Ecuador el 26 de marzo de 2010 adoptó de manera oficial el estándar ISDB-Tb, que es una variante del estándar japonés ISDB-T, para la Televisión Digital Terrestre y de esta manera las estaciones televisivas del Ecuador puedan transmitir su señal en TDT, dejando a un lado las transmisiones de sus programas en televisión análoga, el tiempo que se dio el MinTel para realizar esta transición inicialmente fue hasta el 31 de diciembre de 2017, pero luego amplió este plazo hasta junio de 2018.

Este nuevo cambio tecnológico va a permitir que se optimice el espectro radioeléctrico, además de la implementación de nuevos y múltiples servicios audiovisuales, la TDT permite que el usuario interactúe de manera dinámica con las operadoras televisivas.

Debido a que todas operadoras televisivas del Ecuador tienen obligatoriamente que migrar su tecnología de transmisión al estándar adoptado por el país, tienen que realizar una inversión económica considerable, ya deben comprar nuevos equipos o realizar una adaptación a los equipos que dicha tecnología lo permita, para realizar dichas operaciones, por lo que a la fecha se debe realizar de manera urgente.

En la actualidad algunas operadoras televisivas, ya están realizando emisiones de sus programaciones en TDT, principalmente en las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca, Manta entre otras, de manera local.

1.1.2. Formulación del problema

¿El adecuado diseño de un sistema de distribución de Televisión Digital posibilita la utilización del estándar ISDB-Tb en el cantón Riobamba?

1.1.3. Preguntas directrices

¿Las condiciones que permiten la propagación de la Televisión Digital abierta en las parroquias del cantón Riobamba son las mismas?

¿Cuáles podrían ser los limitantes al momento de la implementación del sistema de distribución?

¿El diseño del sistema de distribución cubrirá las expectativas de los moradores de las parroquias y sitios aledaños?

1.2. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el estudio de la televisión digital terrestre, y ver el impacto que tiene la migración de las estaciones locales de transmisión analógica a digital es un proceso a prioritario que debe estar en marcha para la ejecución del plan maestro, por lo cual es necesario realizar un estudio sobre la incorporación de TDT en el Ecuador, para que transmita su señal en formato digital a las diferentes ciudades y sus parroquias rurales del país. Para cumplir este propósito es necesario, realizar un rediseño de la infraestructura tecnológica de transmisión analógica actual del canal en mención bajo el estándar ISDB-Tb/SBTVD para transmisión digital, además se propondrá los equipos más apropiados para la transmisión de TDT, con el fin de buscar la mejor opción Costo/Beneficio, para las dos partes el Canal 29 y los televidentes.

Para todo lo mencionado se realizará el siguiente proceso:

En primer lugar se hará la búsqueda y recopilación de información de las tecnologías que están en funcionamiento en el país y luego se hará la recopilación de información de los equipos de transmisión que Ecuavisión canal 29 utiliza para transmitir televisión analógica; en segundo lugar se hará el análisis de la cobertura que tienen la señal de transmisión analógica, obteniendo un mapa de cobertura virtual, utilizando el programa de Radio Mobile, en tercer lugar se hará el dimensionamiento de los sistema TDT bajo las características de funcionamiento de los equipos,

cobertura y el estándar ISDB-Tb, con la ayuda las empresas encargadas de suministrar estos equipos; y por último se hará el estudio de la mejor oferta para el beneficio proveedor/cliente, y con las características de integración minimizadas.

El diseño propuesto va hacer sustentado con la aceptación de la oferta de los equipos por parte de la empresa que provea equipos a nivel nacional y que esta posea un personal calificado que efectué observaciones y sugerencias las cuales deben ser tomadas en cuenta.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Diseñar y Evaluar un sistema de Distribución UHF de televisión digital abierta mediante una repetidora y por un cable de TX.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar estado del arte de la Televisión Digital Terrestre, con el estándar ISDB-Tb.
- Analizar la distribución actual del canal 29 UHF en la ciudad de Riobamba.
- Evaluar la implementación de la arquitectura para el canal de televisión Ecuavisión para la transmisión de la señal TDT en el cantón Riobamba y sus alrededores.
- Diseñar la infraestructura que se va a utilizar para la transmisión de la señal TDT para la el cantón Riobamba y sus alrededores.
- Analizar el costo/beneficio y las características del estándar ISDB-Tb para la trasmisión de la señal TDT para la en el cantón Riobamba y sus alrededores.

1.4. Hipótesis

Al diseñar y evaluar un sistema de Distribución UHF de televisión digital abierta mediante una repetidora y por un cable de TX.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

La televisión es el medio de comunicación cotidiano que permite la transmisión y recepción de imágenes en movimiento y sonido a distancia; nos permite conocer lugares, tradiciones, culturas y una infinidad de nuevas cosas, a través de diferentes contenidos que se presenta a los televidentes.

Posteriormente la televisión analógica ha ido creciendo aceleradamente hasta convertirse en un sistema con mejores características, como lo es hoy la Televisión Digital Terrestre (TDT), a nivel mundial se han desarrollado diferentes estándares para la TDT. Ecuador el 25 de marzo de 2010, adoptó el estándar ISDB-Tb que le permitirá impulsar la transmisión en señal digital.

Actualmente Ecuador cuenta con 23 estaciones de televisión digital operativas entre las cuales tenemos: Ecuador TV, Teleamazonas HD, Canal Uno HD, Ecuavisa HD, OROMAR HD, Unimax, etc. de las ciudades de Quito, Guayaquil, Cuenca, Ambato-Latacunga, Manta-Portoviejo; estas estaciones ya se encuentran transmitiendo en señal digital, proporcionando a los usuarios nuevas y mejores prestaciones como calidad en la imagen y sonido, movilidad, optimización del espectro, y demás beneficios que ofrece esta tecnología.

El gobierno ecuatoriano, a través de la Secretaria de Gestión de Riesgos y el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, promueve la implementación del estándar ISDB-Tb con todos los beneficios que trae consigo, en especial el Sistema EWBS para la transmisión de señales de alerta, y el middleware Ginga para la presentación de aplicaciones interactivas informativas, reduciendo la brecha digital y fomentando la inclusión social en el país.

La televisión es uno de los medios de comunicación que genera un fuerte impacto en la sociedad, dejará de ser exclusivamente un dispositivo para desplegar imágenes, sino que también permitirá a los televidentes pasar de ser un receptor pasivo a interactuar con el proveedor de servicios, constituyéndose como un progreso para toda la humanidad.

La televisión ecuatoriana empezó a operar desde el Colegio Americano durante la realización de la Feria del Sesquicentenario de la Independencia de Ecuador; transmitió programas comerciales, culturales, educativos, noticieros, artísticos y musicales. (Ortiz, 2016, p.138)

Se instaló en Quito el primer canal de televisión #2 que luego se trasladó a Guayaquil; y en el año de 1961 se cambió la frecuencia del canal 2 al 4 por interferencias con las radios patrullas de la policía; luego en el año de 1964 se instaló la primera antena de televisión ubicada en las laderas del volcán Guagua Pichincha. El suceso más importante para Quito fue el funcionamiento de Telecuador (canal 6) y en Guayaquil (canal 4), siendo el primer canal comercial del Ecuador de propiedad privada. (Ortiz, 2016, pp.138-139)

Tabla 1-2: Fecha de creación de los canales de cobertura nacional de Ecuador

Fecha de Creación	Nombre del Canal	Constitución
1 de marzo de 1967	Ecuavisa	Privado
30 de mayo de 1969	TC Televisión	Privado (incautado en el 2008)
22 de febrero 1974	Teleamazonas	Privado
18 de abril de 1977	Gamavisión	Privado (incautado en el 2008)
6 de noviembre de 1992	Canal UNO	Privado
3 de noviembre de 1993	Telerama	Privado
10 de enero de 2005	RTU	Privado
26 de octubre de 2007	ECTV	Público

Fuente: (Ortiz, 2016, p. 139)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

La televisión es el medio de comunicación más influyente en el país y el medio de comunicación de mayor importancia en los hogares de los ecuatorianos, permitiendo acceder a la información generada tanto nacional e internacional en diferentes aspectos y en corto tiempo. La televisión analógica tiene características inferiores a la presentada por la televisión digital terrestre, la cual tiene mayor relevancia para la investigación que se va a realizar.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Televisión analógica abierta*

Según la Superintendencia de Industria y Comercio, 2011:

“Toda aquella en la que la señal puede ser recibida libremente por cualquier persona ubicada en el aérea de servicio de la estación, la televisión analógica abierta consiste en la radiodifusión unilateral de programas de televisión destinados a ser recibidos por el público en general a partir de una estación de difusión ubicada en tierra”. (DUTAN, W; 2013)

La televisión analógica de señal abierta es la transmisión de las señales desde una estación de difusión ubicada en tierra, la que transmite programas de televisión que son utilizados por la comunidad; los parámetros de audio y video de la televisión analógica se representan por magnitudes analógicas de una señal eléctrica, en donde el transporte de esta señal ocupa varios recursos. (CEVALLOS, A; 2014)

2.2.2. *Formatos de televisión analógica*

2.2.2.1. *ATSC (Sistema americano)*

ATSC (comité avanzado de los sistemas de la televisión) es el remplazo digital del estándar analógico, NTSC. Este estándar fue creado por el comité de dirección avanzado de la televisión y fue desarrollado para transmitir señales HDTV, SDTV a una velocidad de 19.39 Mbps, la difusión de los datos, el audio de varios canales y la difusión basada en los satélites. El transporte y transmisión de las canales de televisión digital posee un ancho de banda de 6 MHz conservado el ancho de banda de NTSC. El sistema ATSC usa múltiples formatos para la transmisión, comprensión de audio y video digital, nuevas técnicas de modulación de las señales RF. (GUILLEN, E; 2007, p.2-3)

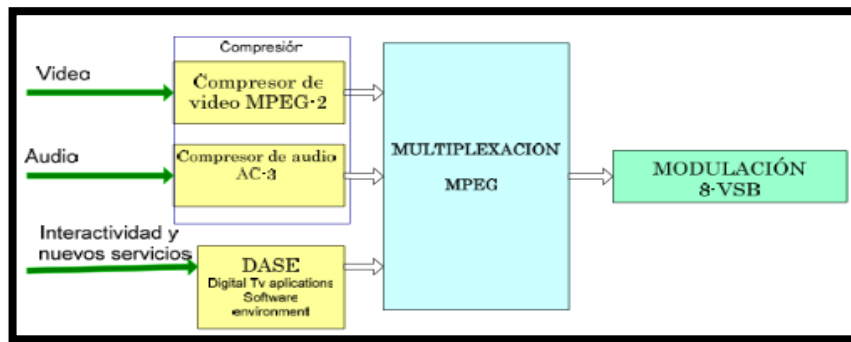


Figura 1-2: Sistema ATSC

Fuente: (GUILLEN, Esperanza Maribel; 2007, p.3)

2.2.2.2. NTSC (Comisión Nacional de Sistemas de Televisión)

Sistema de codificación y transmisión de televisión a color analógica, desarrollado en Estados Unidos (EE.UU) en 1940, este formato se emplea por la mayor parte de América, Japón entre otros países.

Según el autor Tomas Bethencort Machado:

El sistema NTSC de televisión en color fue desarrollado en América por el año 1953, fue desarrollado para ser compatible con el sistema monocromo americano que opera en 525 líneas, puede obtener más de 16 millones de colores, 60 campos por segundos, el ancho de banda para la imagen está limitado a 4.5 MHz y el ancho de banda total del canal es de 6 MHz. Este sistema es incompatible con los demás estándares de televisión. (GUILLEN, E; 2007)

Tabla 2-2: Especificaciones técnicas del estándar NTSC-M

SISTEMA NTSC-M	
Líneas por cuadro / Campos	525/60
Frecuencia de barrido horizontal	15.750 Hz
Frecuencia de barrido vertical	60 Hz
Relación de aspecto	4:3
Ancho de banda	6 MHz
Portadora de sonido	4.5 MHz
Frecuencia subportadora de color	4.5 MHz

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

2.2.2.3. PAL (*Línea Alternada en Fase*)

Este sistema surgió con el fin de mejorar la calidad y reducir los defectos en los tonos de color que presentaba el sistema NTSC. PAL utiliza un formato de vídeo de 625 líneas por cuadro (un cuadro es una imagen completa, compuesta de dos campos entrelazados) y una frecuencia de actualización de 25 imágenes completas por segundo, entrelazadas.

La mayoría de los países europeos eligieron el sistema PAL por ser más robusto que el formato NTSC. El único aspecto en el que NTSC es mejor al PAL es en evitar la sensación de parpadeo que se puede apreciar en la zona de visión periférica cuando se mira la TV en una pantalla grande (superior a 21 pulgadas), porque la frecuencia de actualización es mayor (30Hz en NTSC frente a 25Hz en PAL). (CAIZA D. y PERES, J., 2011, p.20)

2.2.2.4. SECAM (*Color Sequential con Memoria*)

Es una variante del sistema PAL sistema para la codificación de televisión en color analógica, utilizado por primera vez en Francia y usados por algunos países de África y Europa. Se basa en la transmisión de una señal monocromática que transmite la luminancia complementada con una segunda señal que porta la información del color. Este sistema ocupa un ancho de banda de 8 MHz y consta de 625 líneas a una frecuencia de 25 cuadros por segundo. (BARBA, Diego; 2014)

Tabla 3-2: Cuadro comparativo entre sistemas de televisión analógica

Estándar	NTSC	PAL	SECAM
Ancho de banda del canal	6 MHz	8 MHz	8MHz
Líneas/Campos	525/60	625/50	625/50
Frecuencias	60 Hz	50 Hz	50 Hz
Frecuencias Subportadora de color	3.58 MHz	4.43 MHz	
Portadora de Audio	4.5 MHz	5.5 MHz	5.5 MHz

Fuente: (BARBA, Diego; 2014, pg. 9)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

2.2.3. Señal de televisión analógica

La televisión analógica fue desarrollada junto con los primeros televisores estos tenían tubos de rayos catódicos que fueron la parte fundamental del desarrollo de los primeros sistemas de televisión.

Estos televisores generaban las imágenes de video mediante el barrido de un haz de electrones es un patrón horizontal con el fin de que cada línea de haz regrese al inicio del siguiente, y la última línea regresa al principio de la primera. Al pasar por cada punto de la pantalla, la intensidad del haz varia generando así la diferencia de intensidad de luz. (CEVALLOS, A; 2014)

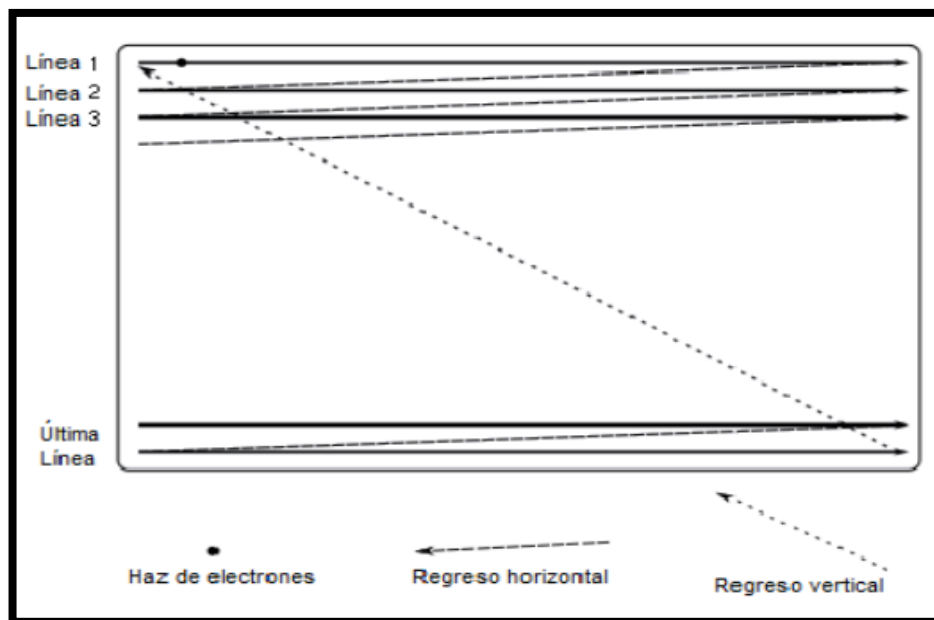


Figura 2-2: Escaneo de Trama
Fuente: (CEVALLOS, A; 2014, p. 7)

El barrido o escaneo de la imagen debe realizarse lo suficientemente rápido para que la persistencia de visión permita al ojo ver una imagen estable.

2.2.4. Transmisión de video y audio

La señal de televisión ocupa una cantidad del espectro radioeléctrico de 6 MHz, que consta de dos señales principales, imagen y sonido; para que exista una interferencia mínima entre las señales se emplean tipos de modulación diferentes para cada una.

La portadora de video se encuentra en el extremo inferior del canal, la amplitud de la señal esta modulada por la señal de video derivada de una cámara, esta señal AM posee una banda lateral superior e inferior, la banda superior se transmite mientras que las bandas laterales inferiores se suprimen con el fin de conservar el espectro radioeléctrico. (BARBA, Diego; 2014)

Para televisión de color la crominancia es de 3.58 MHz que contiene la información de color y esta señal se combina con la señal de luminancia formando la señal de video que modula la onda portadora de imagen con la finalidad de transmitir al receptor.

El sonido se trasmite en una onda portadora alejada de la portadora de imagen que es la parte superior del espectro; la señal FM modulada en la frecuencia de audio va desde los 50 MHz a 1500 MHz; para la televisión la señal FM tiene todas las ventajas por que posee menos ruido e interferencia comparada con la señal AM. (BARBA, Diego; 2014)

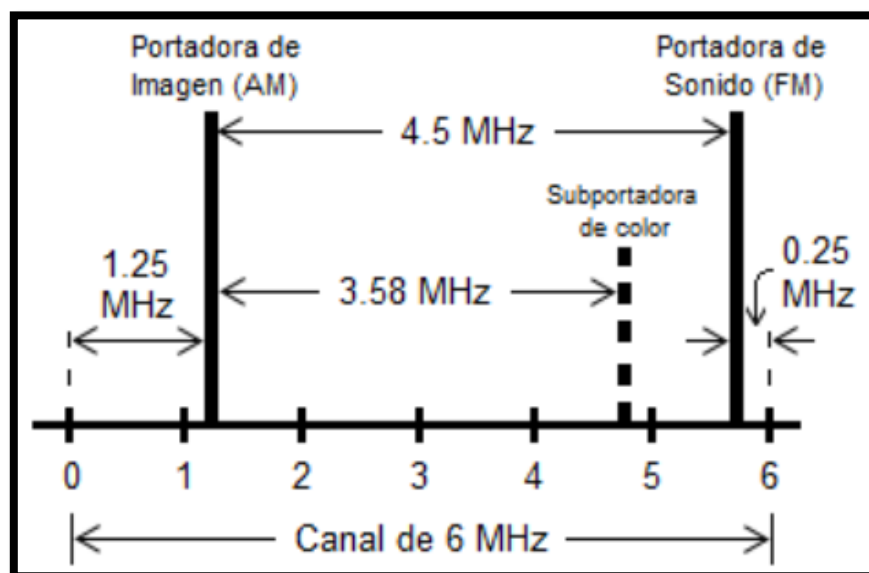


Figura 3-2: Espectro radioeléctrico de un canal de Televisión
Fuente: (BARBA, D; 2014, p. 7)

En la figura 3-2 se observar las diferentes señales portadoras que caben en un canal de 6 MHz; la frecuencia portadora de la imagen está a 1.25 MHz; sobre el extremo inferior del canal; la frecuencia portadora de audio está a 4.5 MHz arriba de la señal portadora de imagen o 0.25 MHz bajo del extremo superior del canal, esto se aplica a todos los canales de TV en VHF y UHF. (BARBA, D; 2014)

2.2.4.1. Generación de la señal de video

La señal de video tiene la luminancia que es la versión negra y blanca de las escenas; mientras que el color de la escena está representado por la crominancia la cual está formada por tres señales: que son los colores rojo, verde y azul; por principios físicos se puede formar cualquier color mezclando los colores primarios en diferente orden.

La luz de las escenas se divide en tres colores básicos que pasan por los filtros y estos son rojo, verde y azul, esto se logra con una cámara que posee una serie de espejos que están separados y generan tres señales simultáneas: R, G y B que son red, Green y blue. (BARBA, D; 2014)

2.2.5. Distribución de frecuencias

Las señales de la televisión se asignan a frecuencias en los intervalos VHF y UHF; las estaciones de Ecuador usan para su transmisión frecuencias que van desde los 54 MHz y 686 MHz, estas frecuencias se ubican en bandas las que se detallan a continuación:

Tabla 4-2: Bandas de frecuencia para VHF y UHF

Televisión VHF	Rango de Frecuencias	Canales
Banda I	54 MHz - 72 MHz	2 al 4
	76 MHz - 88 MHz	5 al 6
Banda II	174 MHz - 216 MHz	7 al 13
Televisión UHF	Rango de Frecuencias	Canales
Banda IV	500 MHz - 608 MHz	19 al 36
	614 MHz - 644 MHz	38 al 42
Banda V	644 MHz - 686 MHz	43 al 49

Fuente: (BARBA, D; 2014, p. 12)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Las bandas atribuidas al servicio de televisión se dividen en 42 canales de 6 MHz de ancho de banda cada uno, distribuidos como se indican en la siguiente tabla:

Tabla 5-2: Asignación de frecuencias para televisión

	Canal	Rango de Frecuencias		Canal	Rango de Frecuencias
Banda I	2	54 MHz - 60 MHz	Banda IV	28	554 MHz - 560 MHz
	3	60 MHz - 66 MHz		29	560 MHz - 566 MHz
	4	66 MHz - 72 MHz		30	566 MHz - 572 MHz
	5	76 MHz - 82 MHz		31	572 MHz - 578 MHz
	6	82 MHz - 88 MHz		32	578 MHz - 584 MHz
Banda III	7	174 MHz - 180 MHz		33	584 MHz - 590 MHz
	8	180 MHz - 186 MHz		34	590 MHz - 596 MHz
	9	186 MHz - 192 MHz		35	596 MHz - 602 MHz
	10	192 MHz - 198 MHz		36	602 MHz - 608 MHz
	11	198 MHz - 204 MHz		38	614 MHz - 620 MHz
	12	204 MHz - 210 MHz		39	620 MHz - 626 MHz
	13	210 MHz - 216 MHz		40	626 MHz - 632 MHz
Banda IV	19	500 MHz - 506 MHz		41	632 MHz - 638 MHz
	20	506 MHz - 512 MHz		42	638 MHz - 644 MHz
	21	512 MHz - 518 MHz	Banda V	43	644 MHz - 650 MHz
	22	518 MHz - 524 MHz		44	650 MHz - 656 MHz
	23	524 MHz - 530 MHz		45	656 MHz - 662 MHz
	24	530 MHz - 536 MHz		46	662 MHz - 668 MHz
	25	536 MHz - 542 MHz		47	668 MHz - 674 MHz
	26	542 MHz - 548 MHz		48	674 MHz - 680 MHz
	27	548 MHz - 554 MHz		49	680 MHz - 686 MHz

Fuente: (BARBA, D; 2014. p. 12)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

La banda de 608 MHz a 614 MHz que corresponden al canal 37 esta atribuido al servicio de radioastronomía; mientras que los canales 19 y 20 están reservados por el estado para el proceso de migración a televisión digital.

2.2.6. Desventaja de la televisión analógica

Con la aparición de la Televisión digital las falencias de la televisión analógica son más notorias como se menciona a continuación.

- Calidad inferior en audio y video
- Multitrayectoria, es la doble imagen debido a la distancia del receptor de la antena transmisora y por las diferentes interferencias ocasionadas por las montañas, edificios, puentes entre otras.
- El cambio de frecuencia debido al movimiento de la onda, denominado efecto Doppler.
- Efecto lluvia debido a niveles mínimos de relación señal a ruido.
- Interferencias que se producen en el canal intermedio. (BARBA, D; 2014)

2.3. Televisión digital (TVD)

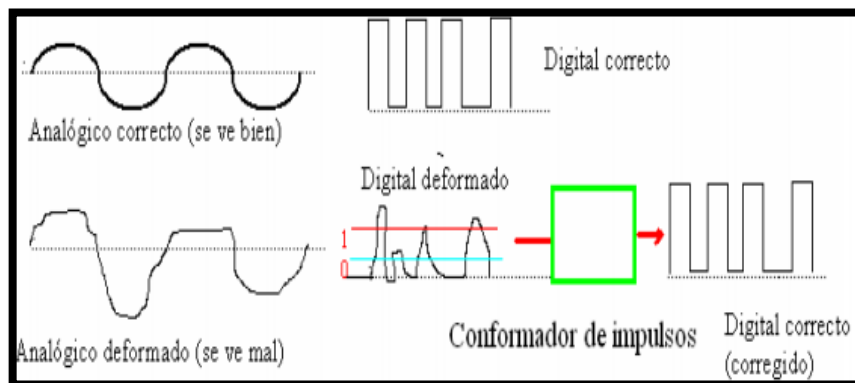


Figura 4-2: Codificación de la señal de Televisión Digital

Fuente: (TENE, C; 2016, p.10)

La televisión digital se basa en la difusión de señales televisivas utilizando tecnologías de punta para transmitir de manera óptima imágenes y sonidos con un nivel alto de calidad, permitiendo que los usuarios puedan tener acceso a diferentes servicios televisivos. En la actualidad la televisión digital se presenta en diferentes formas como son:

- Televisión digital por Cable
- Televisión digital satelital
- Televisión digital mediante ADSL
- Televisión digital a través de dispositivos móviles
- Televisión digital terrestre (CAJAMARCA, J; 2013)

a) Televisión digital por satélite

La televisión digital por satélite utiliza satélites para la transmisión de la señal de televisión, aquí se distingue dos tramos: el ascendente por el cual se produce el envío de información desde el emisor al satélite y el enlace descendente transmite la información desde el satélite hasta la zona que cubre la superficie terrestre. (DUTAN, W; 2013)

La mayoría de la transmisión está codificada digitalmente esto permite ofrecer más canales de televisión usando la misma cantidad de ancho de banda. Este sistema está formado por la estación transmisora ubicada en el país y las estaciones receptoras de dichas señales (antenas parabólicas receptoras, equipo decodificador), ubicadas en cualquier parte del país. (DUTAN, W; 2013)

b) Televisión digital por cable

La televisión digital por cable es el resultado de la aplicación de la tecnología digital a la señal televisiva para luego distribuirla por medio de redes híbridas de fibra óptica y cable coaxial. Está formado por la estación transmisora, la red de distribución por línea física, la red de acometida y los decodificadores ubicados en la casa del usuario. (BARBA, D; 2014)

c) Televisión digital por ADSL

El ADSL (Asimétrica Digital Subscriber Line-Línea Digital Asimétrica de Abonado) es una técnica de transmisión de banda ancha que se aplica a los bucles de abonados de la red telefónica permitiendo la transmisión de datos de alta velocidad. (BARBA, D; 2014)

Esta tecnología es producto de utilizar la tecnología digital en la señal de televisión para luego ser difundida por medio de protocolos asimétricos (xDSL) hasta llegar al hogar por medio de la línea telefónica. Aquí se configuran los servicios “triple play” con la convergencia de los servicios de voz, multimedia (televisión) y accesos al internet. (BARBA, D; 2014)

Como principal diferenciador con respecto a las otras tecnologías de acceso a televisión digital, posee un fuerte componente interactivo de este servicio, (Video onDemand, VoD) aquí el usuario puede elegir el contenido que desee. (BARBA, D; 2014)

d) Televisión por dispositivos móviles

Esta tecnología puede ser conocida servicio de difusión de televisión con tecnología digital que se presta como soporte para las ondas radioeléctricas, terrestre o por satélite y esta señal es recibida por dispositivos móviles o portátiles.

Aquí se diferencias dos modalidades:

- **Unicast:** Posee un canal exclusivo (comunicación punto a punto) entre la estación base y el usuario, esto puede ser utilizado por un número determinado de usuarios; esta modalidad viene utilizando los operadores de telefonía móvil.
- **Broadcast:** Consiste en un servicio de difusión que establece una comunicación punto (estación emisora) – multipunto (dispositivos móviles), no tiene limitaciones para el número de usuarios.

La segunda modalidad posee más similitudes con el servicio de televisión digital terrestre, cable, satelital y ADSL.

e) Televisión digital terrestre (TDT)

La televisión digital terrestre es la transmisión de imágenes en movimiento y sonido asociado mediante una señal digital hecha en codificación binaria y que se envía a través de repetidores terrestres.

Cabe indicar que la señal digital no es más robusta que la señal analógica es decir que no es más resistentes a posibles interferencias, ya que las dos son señales electromagnéticas de la misma naturaleza y pueden ser susceptible a distorsiones por diferentes campos eléctricos o magnéticos debido a las condiciones meteorológicas. (BARBA, D; 2014)

Un sistema de televisión digital posee los siguientes elementos:

- Cámaras de video digitales
- Transmisor digital

- Pantallas digitales
 - Plasma
 - LCD
 - LED
 - OLED {2, pg. 25}

Tabla 6-2: Medios de transmisión de TV digital.

Medio	Implantación	Cobertura	Ancho de Banda	Contenidos	Canal de Retorno
Satélite	Fácil (Rápida)	Continental	Muy alto	No permite información local	Limitado
Cable	Difícil (Costosa)	Local	Muy alto	Permite información local	Amplio
TDT	Fácil (Rápida)	Local	Limitado	Permite información local	Limitado
ADSL	Fácil (Rápida)	Local	Limitado	Permite información local	Amplio

Fuente: (SANTADRUZ, S; 2014, p.38)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

2.3.1. Televisión digital terrestre (TDT)

Es un servicio que toma el nombre por el modo que se utiliza para transmitir las señales, a diferencia de la televisión tradicional que esta envía las ondas de manera analógica, la señal digital codifica sus señales de forma binaria y brinda una mejor calidad de audio y video, interactividad, multiprogramación y movilidad.

Este servicio es recibido a través de antenas exteriores que están ubicadas en las diferentes edificaciones y esta señal se visualiza en televisores que están adaptados para recibir la señal digital mediante decodificadores acoplados a televisores analógicos. (BARBA, D; 2014)

La transmisión de la señal de televisión digital se realiza con parámetros técnicos establecidos por diferentes estándares tecnológicos. Estas aplicaciones pueden ser entregadas a nuevos equipos de televisión digital, decodificadores para que permita visualizar contenidos digitales; los usuarios pueden interactuar con los programas haciendo consultas de programación, publicidad, localización, datos biográficos entre otros. (BARBA, D; 2014)

2.3.1.1. Características de la televisión digital terrestre

Para la transmisión de la señal utiliza las mismas bandas de frecuencia VHF (30 MHz a 300 MHz) y UHF (300 MHz y 3000 MHz) que en la actualidad son usadas por los canales de televisión analógica convencional por esta razón esta tecnología se acopla con la televisión digital terrestre.

2.3.1.1.1. Funcionamiento

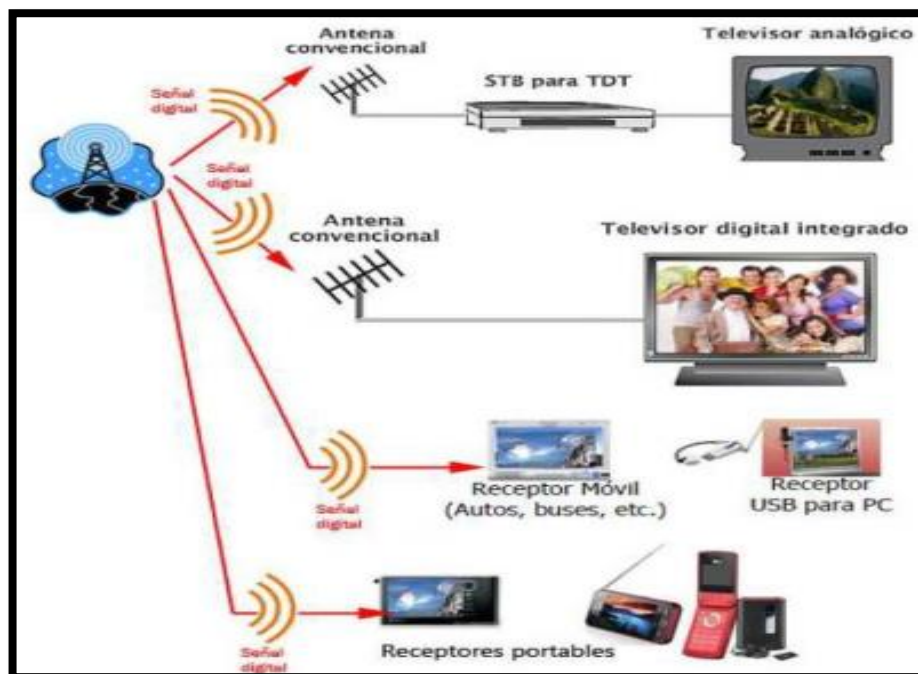


Figura 5-2: Recepción de TDT con STB

Fuente: (Santacruz, S; 2014, p.36)

La TDT se transmite mediante ondas electromagnéticas terrestres y la recepción se la hace por antenas convencionales y esta se puede hacer de dos maneras:

- Se recibe la señal de manera similar a la de la televisión analógica, para lo cual se utiliza un decodificador STB (Set Top Box) que permite recibir y sincronizar los canales esto servirá únicamente como pantalla de reproducción.

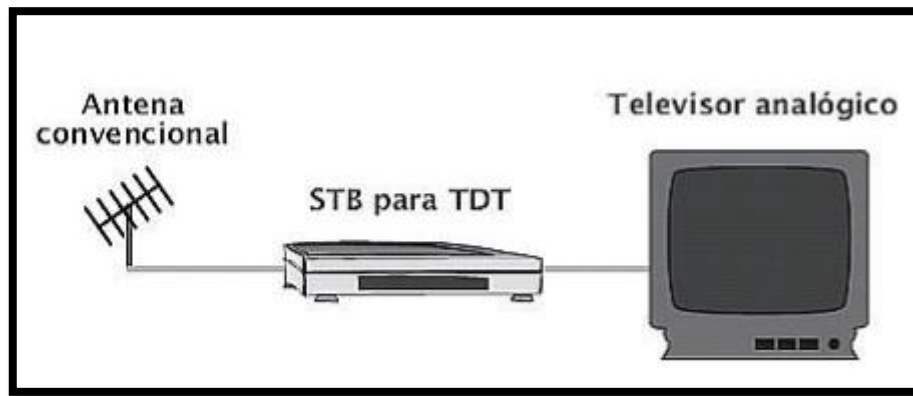


Figura 6-2: Recepción de TDT con STB
Fuente: (CAJAMARCA, L; 2013, p.12)

- b) Esta se lo realiza con televisores que tienen las características de un decodificador como son las pantallas LCD, plasma, led, entre otras que soportan directamente este tipo de tecnología sin la necesidad de STB.

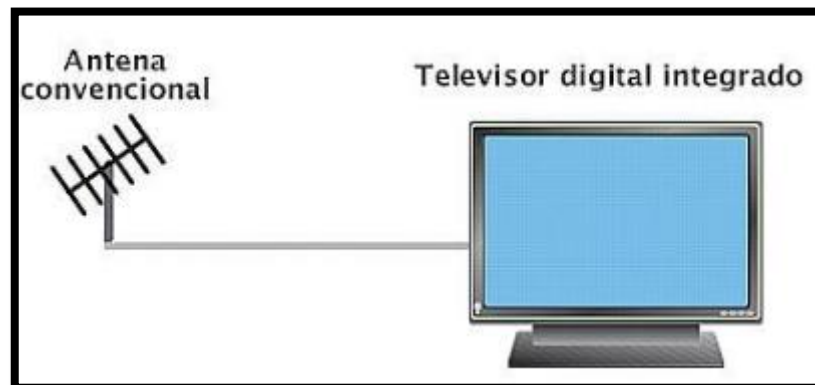


Figura 7-2: Recepción de TDT con televisores que soporten TV digital
Fuente: (CAJAMARCA, L; 2013, p.12)

2.3.1.1.2. Mayor aprovechamiento del ancho de banda

La codificación digital permite la transmisión simultánea de varios canales de definición estándar en un ancho de banda de 6 MHz con calidad similar a un DVD y con uno o dos canales de HD (Alta definición). La relación de canales multiplexados se puede regular a voluntad, lo cual equivale a regular la calidad de imágenes de los mimos. (SANTACRUZ, S; 2014)

2.3.1.1.3. Mayor calidad de imagen y sonido

Se aprovecha la capacidad de regular el ancho de banda para mejorar la calidad de las emisiones de TDT en su calidad audiovisual, esta tecnología es más moderna que la analógica, también presenta atenuación de la señal, interferencias las cuales son corregidas por los receptores mediante mecanismo de corrección de errores, estas interferencias son notorias en las transmisiones de alta definición. (SANTACRUZ, S; 2014)

2.3.1.1.4. Mayor número de emisiones televisivas

Utiliza una mejor codificación permitiendo el aumento de la cantidad de canales en la misma área de servicio que brinda la televisión analógica, lo cual permite el incremento de las estaciones televisivas utilizando el mismo ancho de banda. (SANTACRUZ, S; 2014)

2.3.1.1.5. Menor potencia de emisión

Las señales de un mismo múltiple digital que trabaja a una misma frecuencia y son emitidas por distintos transmisores se suman positivamente en un receptor situado en una zona donde se solapan sus coberturas. Estas potencias de los transmisores deben ser ajustados a la distancia máxima para que se encuentren perfectamente sincronizados y esto se confía a la fiabilidad y precisión del sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global). A la vez estos deben cumplir con el mínimo de los niveles de exposición humana a radiaciones electromagnéticas fijadas por la OMS (Organización Mundial de la Salud). (SANTACRUZ, S; 2014)

2.3.1.1.6. Movilidad

La implementación de la TDT trajo la posibilidad de aumentar las telecomunicaciones móviles a través de dispositivos como móviles o PDA, aunque será necesario equipos que soporten esta tecnología. (SANTACRUZ, S; 2014)

2.3.1.2. Diagrama de la TDT

Se puede resaltar 4 etapas fundamentales que se explicaran a continuación:

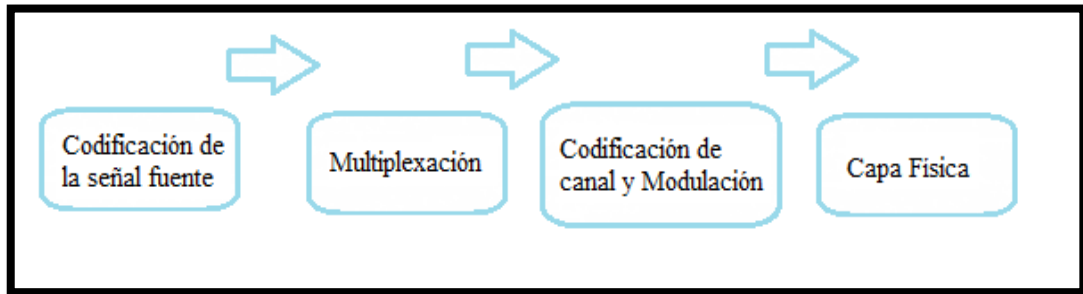


Figura 8-2: Diagrama de bloques de la TDT

Fuente: (CAJAMARCA, J; 2013, p.14)

2.3.1.2.1. Codificación de la señal fuente

En esta parte se realiza la comprensión y decodificación del video y audio obtenido de las salidas del flujo de datos digitales, aquí se obtiene datos auxiliares de control y datos asociados con los programas de audio y videos, como por ejemplo los subtítulos.

2.3.1.2.2. Multiplexación

Aquí se multiplexan los datos provenientes del paso anterior para ser divididos en paquetes de información y así se obtiene una trama binaria de datos a la salida la cual trasporta la información.

2.3.1.2.3. Codificación de canal y modulación

Aquí se ingresa el código de protección contra errores y los llamados códigos de encriptación, en esta parte se prepara para la forma de onda de las señales que van hacer utilizadas en la etapa de transmisión.

2.3.1.2.4. Capa física

Se refiere a los métodos utilizados que son utilizados para modular la información de la señal que se va a transmitir.

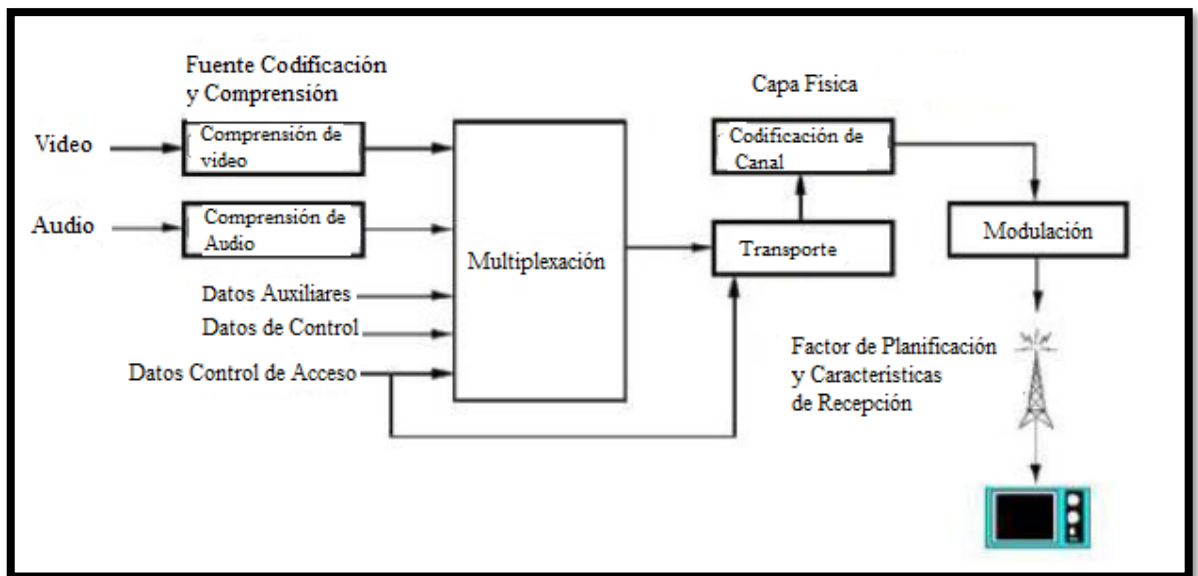


Figura 9-2: Diagrama de un sistema TDT
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

2.3.1.3. Estándares de la televisión digital terrestre

Existen 4 estándares definidos para transmisión de TDT, cada uno de los países que son parte de esta transmisión han optado por un estándar diferente, considerando diferentes aspectos técnicos, y servicios.

Los estándares adoptados mundialmente son:

- ATSC - Estados Unidos
- ISDB-T - Japón, SBTVD/ISDB-Tb-Brasil
- DVB-T – Europa
- DMB-T – China

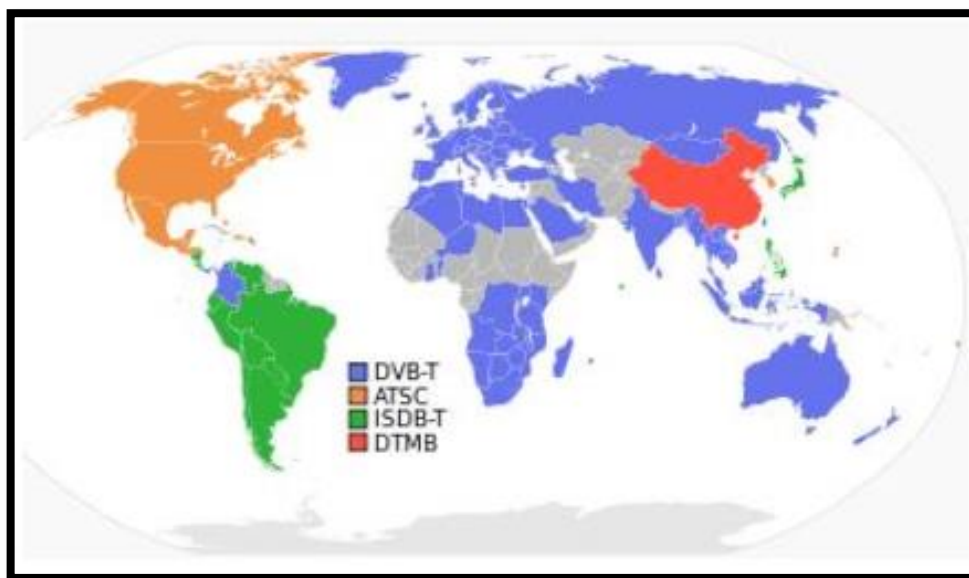


Figura 10-2: Estándares mundiales para la TDT

Fuente: (CAJAMARCA, J; 2013, p.18)

El Ecuador adoptó el estándar japonés/brasileño ISDB-Tb, este estándar ha sido adoptado por la mayoría de los países de Sudamérica.

Tabla 7-2: Estándares a nivel mundial

<i>Estándar</i>	<i>Descripción</i>	<i>País de Origen</i>
<i>ATSC</i>	<i>Advance Television System Committee</i>	<i>Estados Unidos</i>
<i>DVB-T</i>	<i>Digital video Broadcasting Terrestrial</i>	<i>Países Europeos</i>
<i>ISDB-T</i>	<i>Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial</i>	<i>Japón</i>
<i>SBTVD o ISDB-Tb</i>	<i>Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre</i>	<i>Brasil</i>
	<i>ISDB-T Internacional con modificaciones brasileñas</i>	
<i>DTMB</i>	<i>Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting</i>	<i>China</i>

Fuente: (CAJAMARCA, J; 2013, p.19)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

2.3.1.3.1. ATSC (Advance Television System Committee) estándar americano

Fue creado principalmente para priorizar la alta calidad de definición sobre la portabilidad, brinda 6 veces mejor calidad e la señal que la televisión analógica y una mejor calidad del sonido. La modulación que utiliza es la monoportadora e independiente de fase para evitar mayor cantidad de distorsiones. (CEVALLOS, A; 2014)

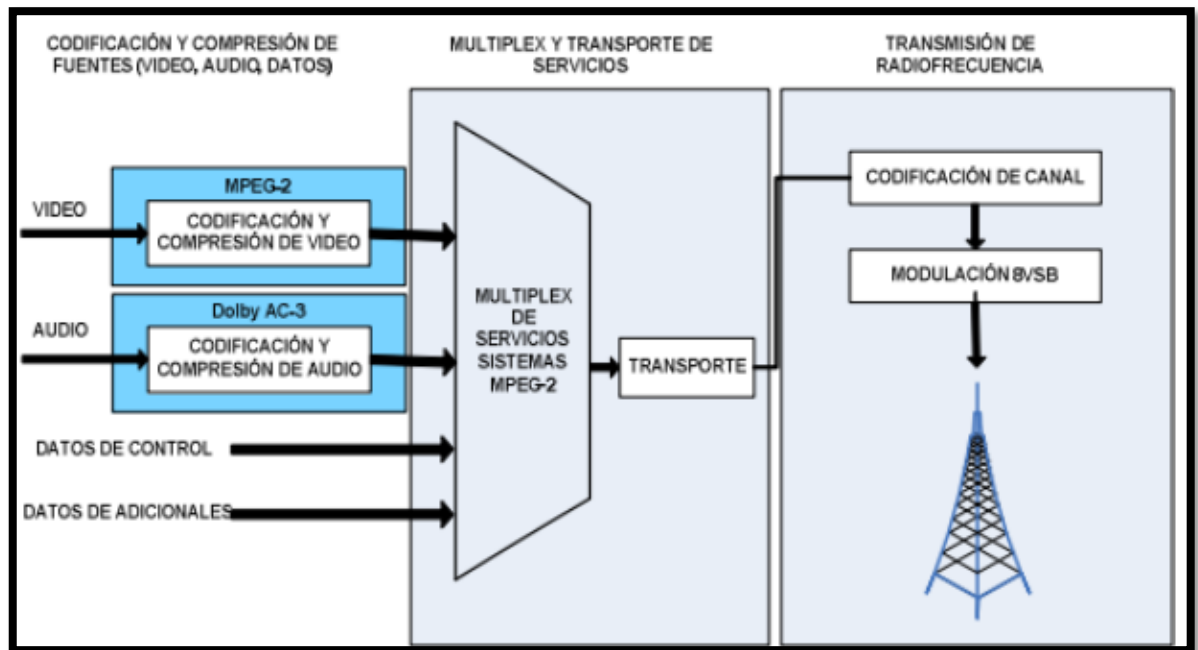


Figura 11-2: Sistema básico ATSC

Fuente: (CEVALLOS, A; 2014, p. 18)

2.3.1.3.1.1. Características del estándar ATSC

- Utiliza una modulación de 8-VSB, de Banda Lateral Vestigial que se basa en 8 – QAM (Quadrature Amplitude Modulation) y la de 64 – QAM con codificación de Trellis, que permite velocidad en la transmisión.
- Emplea MPEG-2, para la compresión de imagen y sonido realizando una comparación entre los fotogramas con los anteriores almacenados.
- Usa un canal complementario que es destinado para el envío de información adicional al televidente como la guía de programa, estado del sistema.
- Fue creado para cubrir grandes áreas con la mayor capacidad de carga digital, 19,39 Mbps en 6 MHz. (CAJAMARCA, J; 2013)

2.3.1.3.2. DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial)

Fue fundado por el European Telecommunications Standards Institute (ETSI) durante la década de los 90 y forma parte de una familia de 30 especificaciones que permite la distribución de video

y audio digital, así como el transporte de futuros servicios de multimedia; funciona en banda de 8 MHz, pero también se puede utilizar en bandas de (8, 7 o 6) MHz, y puede soportar niveles elevados de distorsión hasta 0 dB. Para la codificación de canal se utiliza la redundancia y protección de la señal para hacerla más robusta y poder corregir los errores. (CEVALLOS, A; 2014)

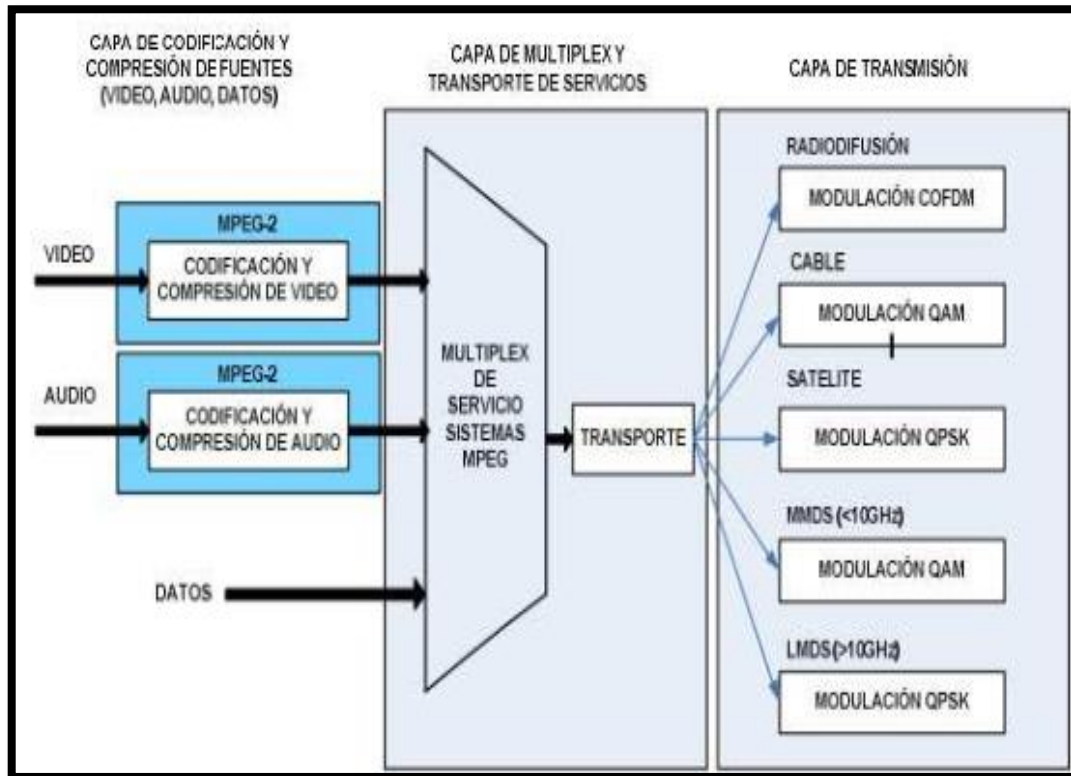


Figura 12-2: Sistema básico DVB-T

Fuente: (CEVALLOS, A; 2014, P. 19)

2.3.1.3.2.1. Características del estándar DVB-T

- Utiliza modulación COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), que consta de 2 segmentos; el primer en dividir la frecuencia para banda de canal con muchas sub frecuencias; la segunda se encarga de modular cada sub-frecuencia por un método tradicional empleando modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)
- Usa modulaciones QAM, 16 QAM y 64 QAM para detección y corrección de errores y también se emplea la compresión de audio y video MPEG 2. (CAJAMARCA, J; 2013)

2.3.1.3.3. ISDB-T (Integrated Service Digital Broadcasting - Terrestrial)

Se considera un medio de radiodifusión terrestre que posee una flexibilidad que le permite distribuir los programas de televisión y audiodigitales, que a su vez ofrece servicios multimedia a los que se le integran video, audio, texto y programas de computadoras.

La transmisión se la realiza en segmentos OFDM con distintos parámetros, los canales son de 6 MHz y su capacidad puede escalar a cualquier anchura, y este sistema fue creado para permitir la recepción fija, portátil o móvil con diferentes velocidades binarias. (CEVALLOS, A; 2014)

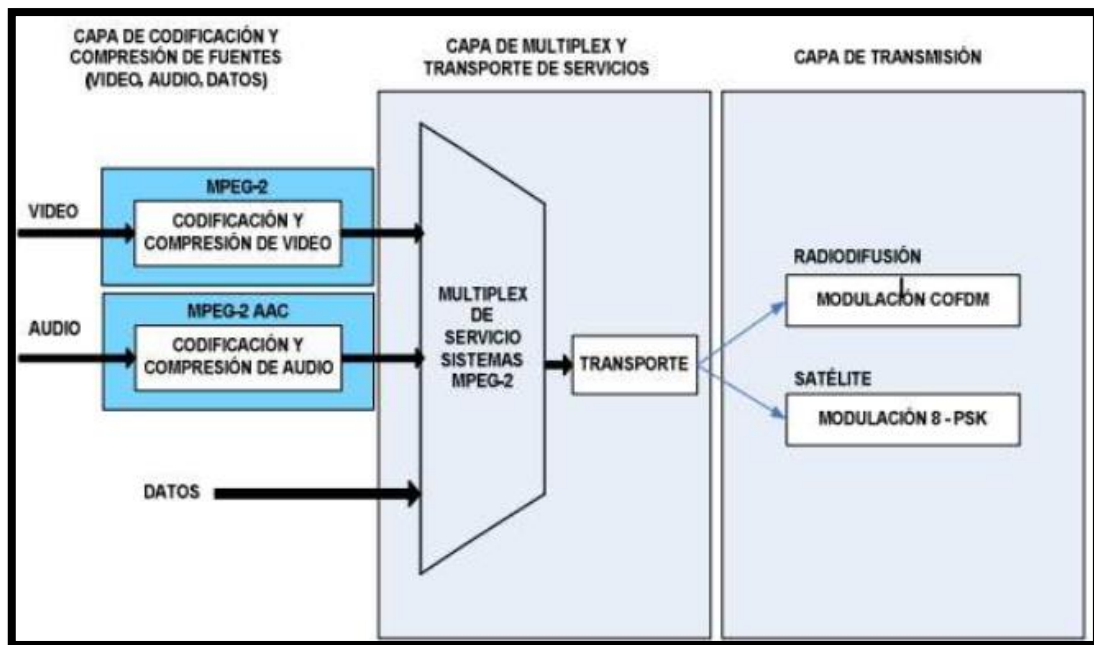


Figura 13-2: Sistema básico ISDB-T

Fuente:(CEVALLOS, A; 2014, P. 20)

2.3.1.3.3.1. Características del estándar ISDB-T

- La modulación que se emplea es el OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) en bandas segmentadas, o TBS (Transmisión de Banda Segmentada, lo que genera una transmisión jerárquica la cual emplea los diferentes esquemas de modulación (QPSK, DQPSK, 16 QPSK, 64 QPSK). (CAJAMARCA, J; 2013)

2.3.1.3.4. *SBTVD (Sistema Brasileño de Televisión Digital)*

El estado brasileño conjuntamente con el Instituto de investigaciones y las principales universidades de Brasil, usaron el sistema japonés como base para efectuar algunos cambios que dieron lugar a la implementación de ISDB-Tb. Este estándar posee una comprensión de video de MPEG-4 y el middleware llamado GINGA son sus principales variantes. (BARBA, D; 2014)

2.3.1.3.5. *DTMB (Digital Terrestrial Multimedia Broadcasting)*

Desarrollado por la Republica China aprobado en agosto del 2017 se basa en la fusión de diversas tecnologías, además de incluir derivaciones de los estándares ATSC y DVB-T. Usa una codificación MPEG-2 y MPEG-4 para la señal de video como la de audio. Este utiliza muchas tecnologías avanzadas que mejora su rendimiento como por ejemplo el código pseudo-aleatorio de ruido (PN- Pseudo-RandomNoise) como intervalo de guarda que permite una sincronización más rápida del sistema; codificación LDPC (Low-DensityParity-Check) como protección contra errores. (CEVALLOS, A; 2014)

2.3.1.3.5.1. *Características del estándar DMTB*

- La transmisión de datos se lo hace con la modulación TDS-OFMS (Time Domain Synchronuous Orthogonal Frecuency Division Multiplexing) lo que permite transmitir señales para receptores HDTV a velocidades 200 Km/h.
- Posee varios estándares de corrección de errores como Reed Solomon, de manera similar al que utilizan otros estándares.
- No tiene definido un estándar de modificación de fuente en este caso puede emplear MPEG-2 o MPEG-4.
- La estructura del receptor mucho más sencilla y robusta a los desvanecimientos debido a la estructura de canal de transmisión.

- La velocidad que ofrece es mayor lo que le hace más favorable para receptores pequeños, la potencia que consume es de 50 mW, la cual es mucho menos que el resto de estándares. (CAJAMARCA, J; 2013)

2.3.1.3.6. Comparación de los diferentes Estándares

A continuación, se presenta una tabla comparativa de los diferentes estándares desarrollados por la TDT del mundo.

Tabla 8-2: Comparación de los diferentes Estándares

Tecnología	Ancho de Banda	Modulación	Codificación de Video	Codificación de Audio	Interactividad	Bit Rate Promedio
ATSC	6 MHz	8-VSB	MPEG-2	AC-3	SI	19,39 Mbps
DVB-T	6,7,8 MHz	COFDM	MPEG-2	MPEG-1	SI	19,6 Mbps
ISDB-T	6,7,8 MHz	OFDM-TBS	MPEG-2	AAC	SI	19,3 Mbps
ISDB-Tb	6 MHz	COFDM	MPEG-4	AAC	SI	19,61 Mbps
DMB-T	2,8 MHz	TDS-OFDM	MPEG-2	MPEG-3	SI	15 Mbps

Fuente: (CAJAMARCA, J; 2013, P. 22)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

2.3.1.4. Red de TDT

La transmisión de la televisión digital es similar a la televisión analógica empleando la técnica de difusión por radiofrecuencia, esto se logra mediante una antena omnidireccional desde el origen de la señal de transmisión, que permite evitar las pérdidas de potencia de la señal a causa de la distancia, las condiciones climatológicas o la orografía del terreno, se colocan repetidores de señal entre el origen y los potenciales destinatarios.

En la televisión digital, además de repetidores, pueden colocarse regeneradores de señal, por lo que la calidad de la señal en recepción se verá sensiblemente mejorada, debido a la menor tasa de error en el receptor final, incluso para menor potencia transmitida.

Este estándar realiza el despliegue de la señal de dos tipos de redes de distribución como se muestra en la figura 13-2; la elección depende de los costos de despliegues, el servicio ofrecido y el aprovechamiento del espectro. (CAJAMARCA, J; 2013)

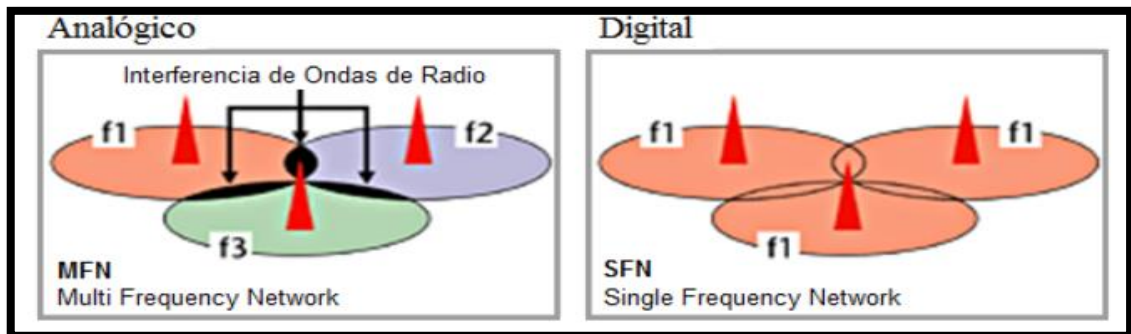


Figura 14-2: Esquema MFN y SFN

Fuente: (BARBA, D; 2014, p. 22)

- MFN (Multiple Frequency Network)

Este tipo de redes disponen de radiofrecuencia individuales, cada uno de ellos transmite a frecuencia diferente, lo que permite que se realice desconexiones de la programación según el interés de la estación transmisora; estas redes ocupan una cantidad significativa en el espectro radioeléctrico. Este tipo de red se aplica a nivel nacional.

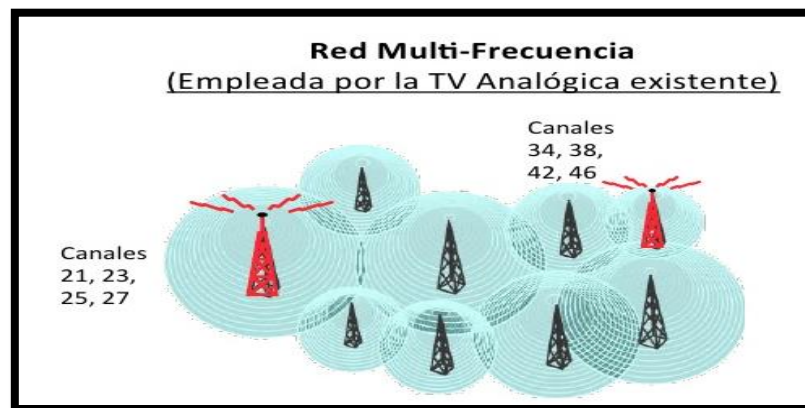


Figura 15-2: Esquema MFN

Fuente: (Franco, José. 2012, pg.19)

- SFN (Single Frequency Network)

Los transmisores de área de cobertura radian a la misma frecuencia, en la cual no se pueden hacer desconexiones por que la señal debe ser la misma para todos los equipos de

transmisiones; permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos del espectro radioeléctrico. Este tipo de red se aplica a nivel autónomo, provincial, local y nacional. (BARBA, D; 2014)

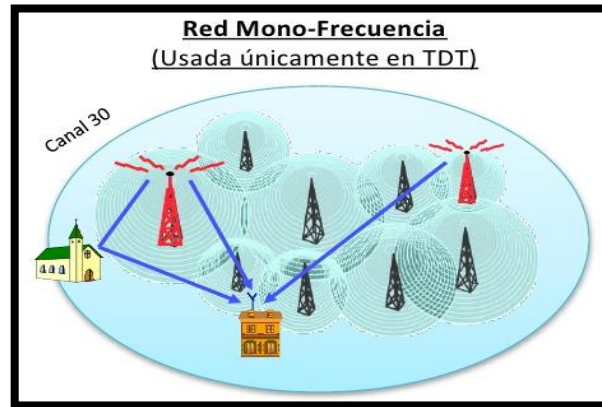


Figura 16-2: Esquema SFN

Fuente: (Franco, José. 2012, pg. 19)

Elementos que intervienen en la difusión de TDT:

- **Proveedor de contenidos y de servicios:** Provee la programación o contenidos de televisión, así como servicios de interactividad para el televidente, que luego se envían a un servidor de aplicaciones.
- **Servidor de aplicaciones:** Prepara las aplicaciones para su codificación antes de su emisión. Integra datos de los proveedores de servicios.
- **Centro de emisión:** Recoge las señales de los proveedores de contenidos y los prepara para su codificación y emisión.
- **Encoding/Multiplexor:** Codifica la información de video, audio, datos y la convierte en paquetes MPEG-2; luego encripta la información y por último la combina para poder transmitir los paquetes uno tras de otro.
- **Decodificador o Set-Top Box:** Es un dispositivo conectado a la TV se encarga de descryptar y decodificar la señal MPEG-2 para convertirla en señal analógica que se envía al televisor. (BARBA, D; 2014)

2.3.1.5. Ventajas de la televisión digital terrestre

- Multiplexación: Mayor cantidad de canales:
- Compresión de la señal: Se aprovecha de mejor manera el espectro radioeléctrico.
- Recepción portátil y móvil: Servicios One-Seg incorporado.
- Acceso universal: se utiliza el aire como medio de propagación.
- Mayor calidad en la señal de transmisión.
- Interactividad.
- Mayor calidad de Imagen y sonido.

2.3.1.6. Desventajas de la televisión digital terrestre

- Problema de dispersión de señales: se genera unas zonas de sombra en el área de servicio.
- Cambio de tecnología de los receptores.

2.3.1.7. Televisión analógica vs televisión digital

- **Múltiples canales al mismo tiempo:** El ancho de banda es asignado de 6 u 8 MHz, según el país de que se trate; permitirá transmitir no solo una, sino varias señales audiovisuales simultáneamente. En este caso, la calidad de la imagen y el sonido es levemente superior a la actual televisión analógica.
- **Datacasting:** Se transmitir paralelamente datos o distinta información, relacionada o totalmente independiente a la programación televisiva. Cada una de estas aplicaciones dependerá del estándar de transmisión elegido, así como las características del aparato receptor o decodificador.
- **Interactividad y convergencia:** Es una televisión interactiva, que no solo permite recibir información, sino que también intercambiar información; abriendo una serie de posibilidades que la televisión convencional no oferta.

- **Televisión de alta definición (HDTV):** La DTV permitirá transmitir una señal de televisión con una calidad de imagen similar al cine (16:9) y con una resolución que prácticamente duplica a la actual resolución analógica (4:3); así mismo, el sonido de la señal equivale al de un disco compacto.
- **Eficiencia:** La Televisión digital es mucho más eficaz con el uso del espectro radioeléctrico; de tal forma que se podrán utilizar canales adyacentes, ya que una señal digital es menos vulnerable a interferencias y la calidad de su imagen es mejor, en el sentido de que no se observan sombras ni imágenes fantasmas.
- **Portabilidad y movilidad:** Al hablar de portabilidad se refiere a la recepción de la señal de televisión en cualquier lugar donde no se posea una conexión fija, inclusive en dispositivos móviles. (BARBA, D; 2014)

Tabla 9-2: Comparación de la televisión digital con la televisión analógica

Criterio	Televisión Analógica Terrestre	Televisión Digital Terrestre
Definición	Transmisión unilateral de señales de audio y video por difusión, destinadas a ser recibidas por cualquier usuario que se encuentre en el área de cobertura de la estación transmisora.	Transmisión y recepción de señales digitales de audio, video y datos por difusión, permite una comunicación bilateral debido a la codificación de dichas señales.
Estándares	NTSC, PAL y SECAM.	ATSC, DVB-T, ISDB-T, ISDB-Tb DTMB.
Calidad de la Señal	Definición estándar con una relación de aspecto de 4:3. La señal de televisión pueden verse afectada por interferencias que disminuyen la calidad de la misma.	Compatible con definición estándar y alta definición con una relación de aspecto de 16:9. La señal digital de televisión es inmune a interferencias de co-canal y ruidos impulsivos, lo que se manifiesta una excelente calidad de la misma.
Aprovechamiento del Espectro	Soporta solo un programa de televisión por canal. Además, necesita que los canales adyacentes al canal por el cual se va a transmitir estén libres, esto para evitar interferencias.	Soporta hasta cuatro diferentes programaciones por un mismo canal, la cantidad de programaciones depende de la definición de las mismas. No necesita liberación de canales adyacentes.
Interactividad	Ninguna	Permite un permanente intercambio información entre los televidentes y la estación transmisora.
Ancho de Banda	Depende del estándar: - Para NTSC: 6MHz. - Para PAL y SECAM: 8 MHz.	Depende del estándar: - Para ATSC: 6 MHz. - Para DVB-T, ISDB-T, ISDB-Tb y DTMB: seleccionable entre 6, 7 u 8 MHz.

Técnicas de Modulación	AM para señales de video y FM para señales de audio.	Depende del Estándar: - Para ATSC: 8-VSB. - Para DVB-T: COFDM. - Para ISDB-T e ISDB-Tb: BST-OFDM.
Métodos de Compresión	Ninguno	Depende del Estándar: - Para ATSC, DVB-T y ISDB-T: MPEG-2. - Para ISDB-Tb y DTMB: MPEG-4
Elementos para la Trasmisión	Videocámaras, Micrófonos, Switcher, Modulador, Transmisor, Paneles UHF	Videocámaras, Micrófonos, Switcher, codificadores, Multiplexor, Servidor de Aplicaciones, modulador, Transmisor, Paneles UHF.
Elementos de Recepción	Antena, televisor análogo	Antena, televisor con sintonizador incluido o decodificador y televisor análogo.
Recepción Móvil	No Permite	La señal de televisión puede ser recibida por terminales móviles y portátiles que cuenten con un sintonizador integrado.

Fuente: (BARBA, D; 2014, p. 26)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

2.4. ISDB-Tb/ SBTVD (Sistema Nipo-Brasileño de Televisión Digital Terrestre)

El sistema de televisión Digital Terrestre Brasileño ha sido definido con base al estándar ISDB-T japonés, utiliza una codificación de video MPEG-4; este estándar es el resultado de investigaciones con aportes de diferentes sectores del gobierno, centros de investigación y universidad brasileñas, en acuerdo con el gobierno japonés. (DUTAN, W; 2013)

La transmisión para dispositivos móviles es igual al estándar japonés y entre sus fortalezas se destaca la posibilidad de combinar transmisiones de alta definición con la definición estándar en un mismo canal. Para proveer una codificación con la menor tasa de errores para la recepción móvil, el espectro de radiodifusión consiste en 13 bloques OFDM en el que cada uno ocupa 1/14 del ancho de banda del canal de televisión. (DUTAN, W; 2013)

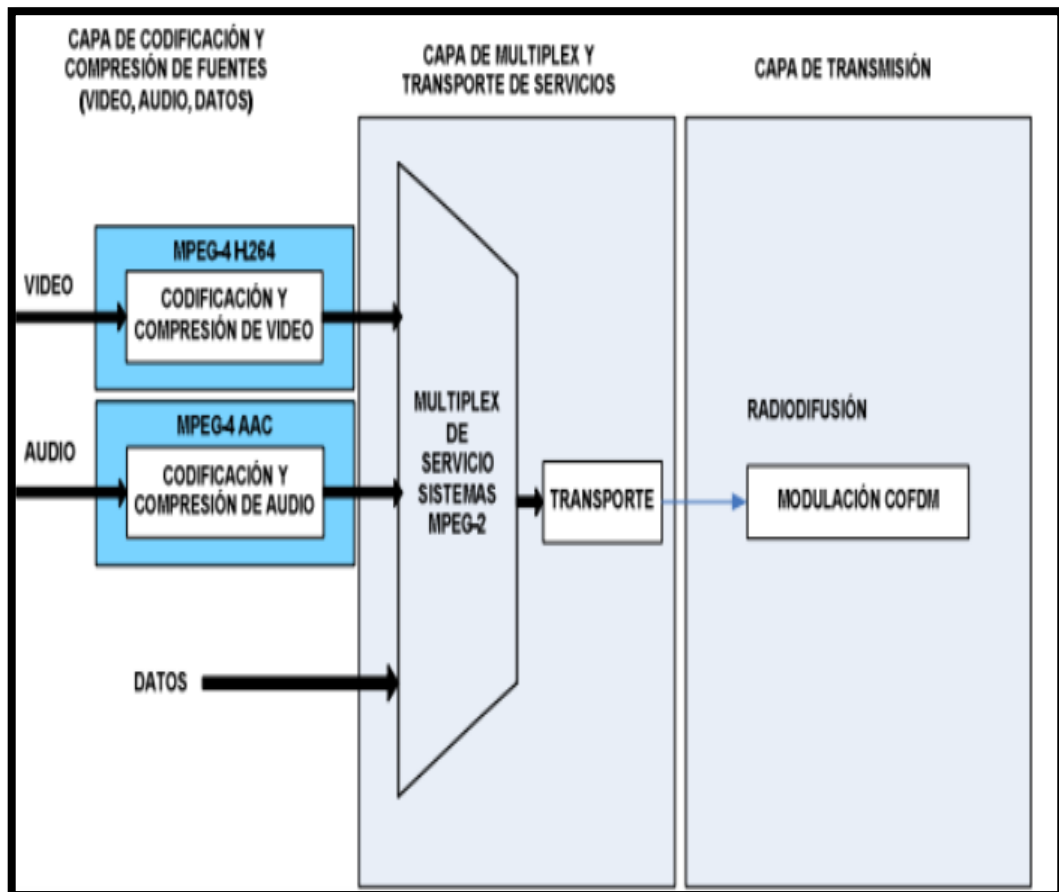


Figura 17-2: Sistema básico SBTVD

Fuente: (CEVALLOS, A; 2014, p. 26)

2.4.1. Características del estándar SBTVD

Este sistema brasileño también se lo conoce como ISDB-Tb, que es una variación del estándar japonés, cuyo objetivo fue contar con un sistema de televisión digital terrestre en Brasil; permitiendo la inclusión de las personas alejadas de la actual sociedad de la información.

Aquí se especifica las propiedades de la capa física para la transmisión de audio y videos; con respecto a la modulación y los términos de las señales coinciden con el DVB-T en los señalados a continuación:

- Está basada en codificación MPEG-2 de audio y video.
- Soporta transmisión de otros formatos de datos (MPEG-4).
- Utiliza código de canal Red-Solomon.
- Utiliza modulación OFDM con modos (2K, 4K y 8K), y modulación QAM de la sub-portadora.

- Interactividad en diversos niveles.
- Movilidad y Portabilidad.
- Interoperabilidad entre los diferentes parámetros de TVD.

Tabla 10-2: Características del estándar SBTVD

Características	
Multiplexacion	COFDM (2K y 8K)
Modulación	QPSK, 16 QPSK o 64 QAM
Inner Código	LDPC 9792 - 1/2, 2/3, 5/6, 7/8
Outer Código	Reed Salomón (204, 188,8)
Ancho de Banda	6 MHz
Intervalo de Guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Velocidad de datos por segmentos	280,8 kbps - Max.1.79 Mbps
Diversidad	STC-OFDM
Numero de Streams	Arriba de 3

Fuente: (GUILLÉN, E; 2007, p. 99)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Tabla 11-2: Características del estándar SBTVD

Características	Detalle
Alta Calidad	HDTV en el canal de 6 MHz
Robustez	Robustez frente a señales de multitrayecto, ruido urbano, desvanecimiento y cualquier otra interferencia.
Flexibilidad	Posibilidad de servicios multicanal. Recepción fija, móvil o portátil
Aprovechamiento de frecuencias	Posibilidad de una red de frecuencia única para reducir frecuencias
Interactividad	Incluida con la señal de televisión
Trasferencia de datos	posibilidad de recibir y enviar información

Fuente: (BARBA, D; 2014, p. 33)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2017)

2.4.2. Estructura del estándar SBTVD

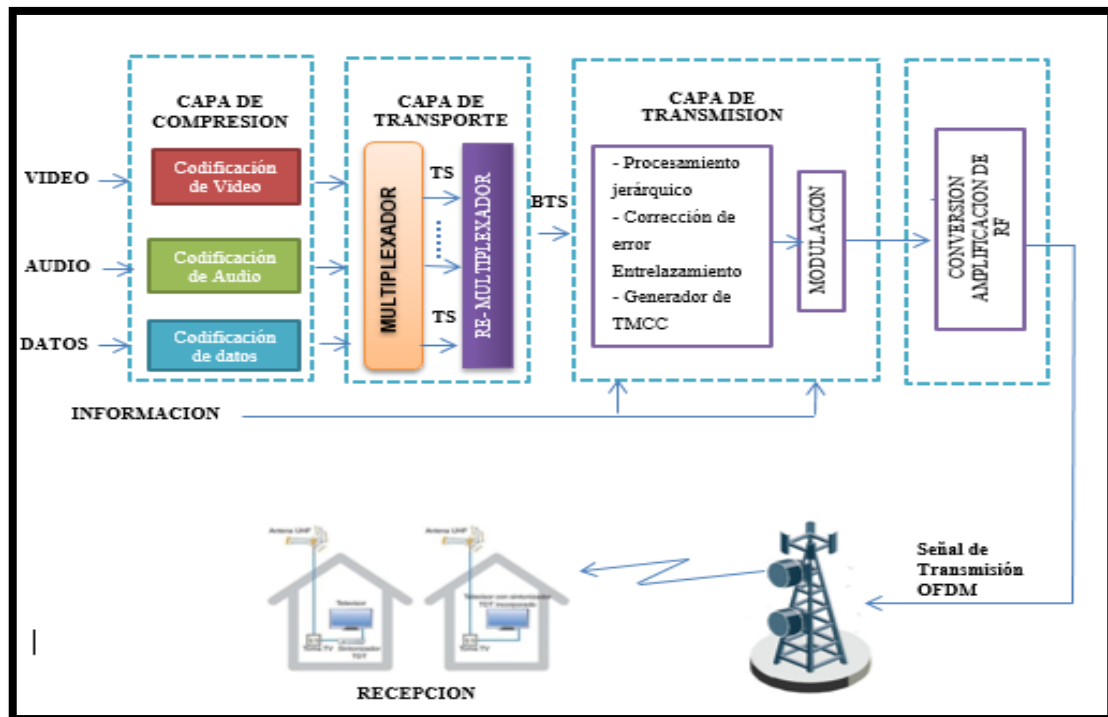


Figura 18-2: Estructura del sistema ISDB-Tb o SBTVD

Elaborado por: (Miguel Bone, 2017)

El sistema brasileño de televisión digital normaliza algunos aspectos como: la transmisión, modulación, multiplexación, compresión y canal de interactividad; estos aspectos lo organizan en capas donde cada una de ellas utiliza servicios recibidos por la capa inferior y de la misma manera proporciona servicios a la capa superior. (BARBA, D; 2014)

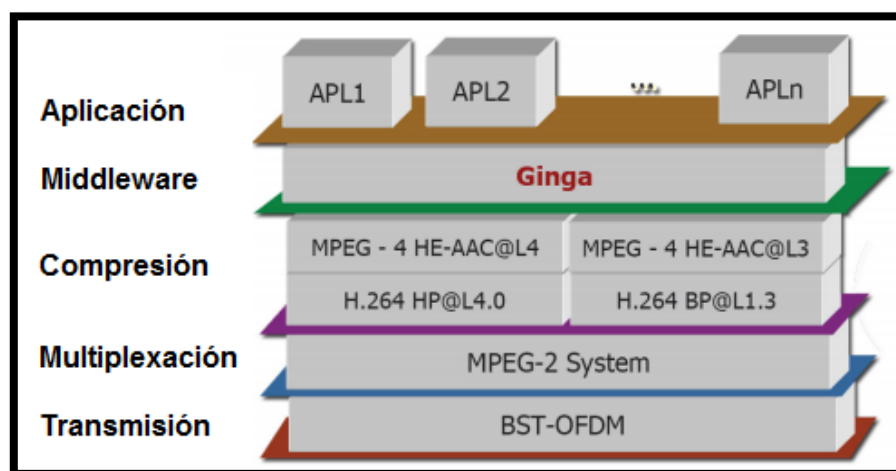


Figura 19-2: Diagrama del sistema ISDB-Tb o SBTVD

Fuente: (BARBA, D; 2014, p. 30)

a) Capa de transmisión

Es también conocida como capa física y es la responsable de transmitir la información digital desde la estación de televisión hasta los televidentes. Para la transmisión de las señales utiliza modulación OFDM que divide los 6 MHz de ancho de banda utilizando 14 segmentos en los cuales 13 se utilizan para transmisiones y 1 se utiliza como banda de resguardo para evitar interferencia con canales adyacentes, teniendo un ancho de banda de 428.5 KHz.

Codificación de canal: Aquí se introducen algunos algoritmos a la señal, para corregir cualquier tipo de error que se haya producido durante el proceso de transmisión. Utiliza la codificación externa Reed – Solomon, que sirve para corregir hasta 8 bytes defectuosos en los bloques de 188 bytes, convirtiéndose en 204 bytes. (BARBA, D; 2014)

Modulación: La señal debe ser modulada como parte del proceso de transmisión, en la radiodifusión de televisión terrestre, ocurren efectos de reflexión o absorción que degradan la señal recibida, esta logra ser muy mínima debido a que la ortogonalidad de la modulación utilizada, hace que los picos en el espectro de las portadoras coincidan con los valores nulos o ceros del espectro de las portadoras adyacentes pertenecientes a un mismo canal. (BARBA, D; 2014)

b) Capa de multiplexación

Esta capa se encarga de generar un único flujo de datos, el cual contiene la información de video, audio y de las aplicaciones interactivas de los programas.

c) Capa de compresión

Esta capa se encarga de eliminar la redundancia de las señales de video y audio, consiguiendo una disminución significativa de los bits necesarios para transmitir estas señales. Esta técnica utiliza la técnica de compresión MPEG-4, que conserva la calidad de video con un menor flujo de bits. (BARBA, D; 2014)

d) Capa middleware

Es la capa de software intermedio, entre el hardware y el sistema operativo que realiza la integración de todas las capas inferiores de la estructura. El middleware también llamado GINGA que permite que las aplicaciones generadas por las estaciones compatibles con las plataformas y los receptores. (BARBA, D; 2014)

e) Capa de aplicación

Capa encargada de capturar las señales de video y audio, así como los datos de las aplicaciones interactivas; para luego presentarles y ejecutarlas en los receptores Set-Top Box. (BARBA, D; 2014)

2.4.3. Modulación del estándar SBTVD

- QPSK (Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura): utilizado para transmisión SD (Definición estándar).
- DQPSK (Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura diferencial): utilizado en receptores móviles.
- 16-QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura de 16 estados): utilizado para transmisión SD (Definición estándar).
- 64-QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura de 16 estados): utilizado para transmisión HDTV.

El sistema ISDB-Tb emplea QPSK, DQPSK, para modulaciones por desplazamiento de fase en cuadratura y desplazamiento de fase en cuadratura diferencial, con símbolos de 2 bits, 16-QAM y 64-QAM se usa para modulaciones de amplitud en cuadratura, con símbolos de 4 y 6 bits respectivamente. (PISCIOTTA, Néstor. 1ed. Argentina. 2013, p.110)

2.4.4. *Ventajas del estándar SBTVD*

- Este sistema usa entrelazamientos que puede configurarse en un intervalo más largo que el estándar DVB-T, que elimina una de las debilidades de la norma europea, la sensibilidad al ruido impulsivo. (GUILLEN, E; 2007)
- Este estándar consiste en dividir la banda del canal de radio frecuencia en 13 segmentos, permitiendo que múltiples segmentos de datos puedan ser configurados. Cada segmento de datos puede tener sus propios esquemas de codificación y modulación en el canal de 6 MHz y la tasa de transmisión puede variar entre 3.65 Mbps y 23.23 Mbps. (GUILLEN, E; 2007)
- La mayor diferencia es el uso de la tecnología de comprensión de video y audio más avanzada que las utilizadas por Japón y el middleware innovador y desarrollado en Brasil para este estándar. (GUILLEN, E; 2007)

2.4.5. *Desventajas del estándar SBTVD*

- Su principal desventaja es el costo de implementación que es lo más alto respecto a las otras alternativas de los estándares existentes en el mercado.
- El costo de los decodificadores es el costo alto que los utilizados por el estándar DVB-T, esto depende desde punto de vista del mercado.
- Ese sistema frente al estándar DVB-T presenta una desventaja al no permitir la transmisión digital a través de otros medios como el satelital y por cable. (SANTACRUZ, S; 2014)
- Otra desventaja identidad de este sistema con respecto al estándar ATSC está relacionado con el sonido envolvente en los canales de audio, el estándar ATSC ofrece sonido envolvente en cinco canales de audio. (SANTACRUZ, S; 2014)

2.4.6. *Técnicas adoptadas por el estándar SBTVD*

- Las técnicas adoptadas por este estándar es el sistema más robusto y eficiente que los demás estándares; entre las innovaciones propuestas se destacan el sistema MIMO con

dos antenas de transmisión para que en el futuro puedan existir más antenas repetidoras en ambientes con condiciones desfavorables de propagación y para receptores móviles. También utiliza LDPC (Low Density Parity Code) cuyo desempeño se aproxima al límite de Shannon. (SANTACRUZ, S; 2014)

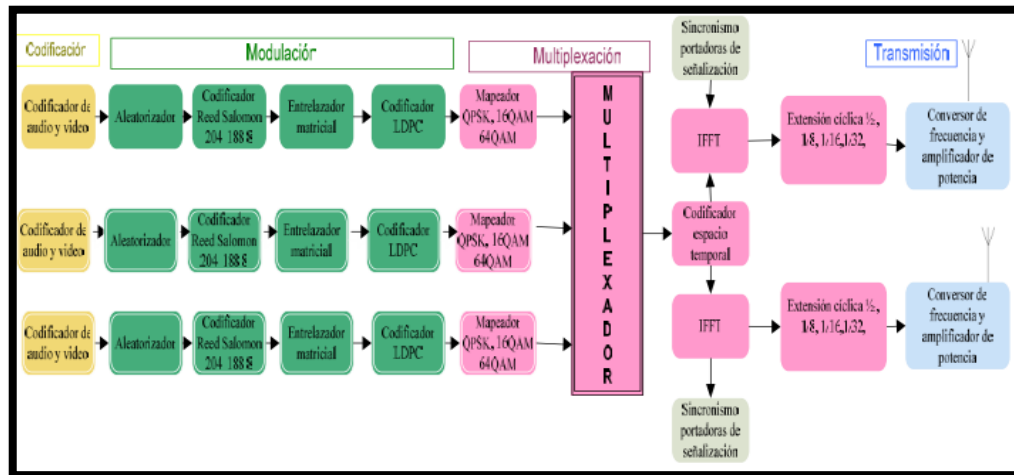


Figura 20-2: Diagrama de bloques de transmisor del estándar SBTVD

Fuente: (GUILLEN, E; 2007, p. 79)

2.4.7. Middleware (Ginga)

Ginga es un middleware que permite el desarrollo y la ejecución de aplicaciones para la TDT, bajo la norma SBTVD/ISDB-Tb, que se conforma por una serie de tecnologías estandarizadas con innovaciones realizadas por Brasil.

Este sistema se presenta en los hogares como un medio para la inclusión digital proporcionando apoyo a las "aplicaciones de inclusión", tales como gobierno, salud, aprendizaje, entre otras. Se encuentra entre el código de las aplicaciones y la infraestructura de ejecución; al ser de código abierto, presenta ciertas facilidades al ser independiente de la plataforma y del tipo de receptor. (GUILLEN, E; 2007)

GINGA se compone de dos subsistemas de trabajo:

- *Declarativo:* Ginga-NCL (Nested Context Language).
- *Procedimental:* Ginga-J (Java), exigidos en los receptores fijos y portátiles.

2.4.7.1. Arquitectura de implementación de Ginga

- **Ginga-NCL:** es un subsistema lógico del sistema Ginga, provee la infraestructura de presentación de aplicaciones declarativas escritas en el lenguaje NCL, llamadas XML, provee interactividad, sincronismo, espacio temporal entre objetos de media, adaptabilidad, soporte a múltiples dispositivos y soporte a la producción de programas interactivos no-lineales.
- **GINGA.J (Máquina de ejecución):** es un subsistema lógico del Sistema Ginga que procesa aplicaciones imperativas (Java Xlets). Un componente clave del ámbito de aplicación imperativa es el mecanismo de ejecución de contenido procedimental, el cual se basa en una Máquina Virtual Java en el caso de Ginga-J.
- **GINGA-CC (Common Core):** Ginga-CC incluye decodificadores de contenidos comunes y procedimientos para obtener contenido transportado en flujos de transporte MPEG-2 (TS) mediante un canal de retorno.

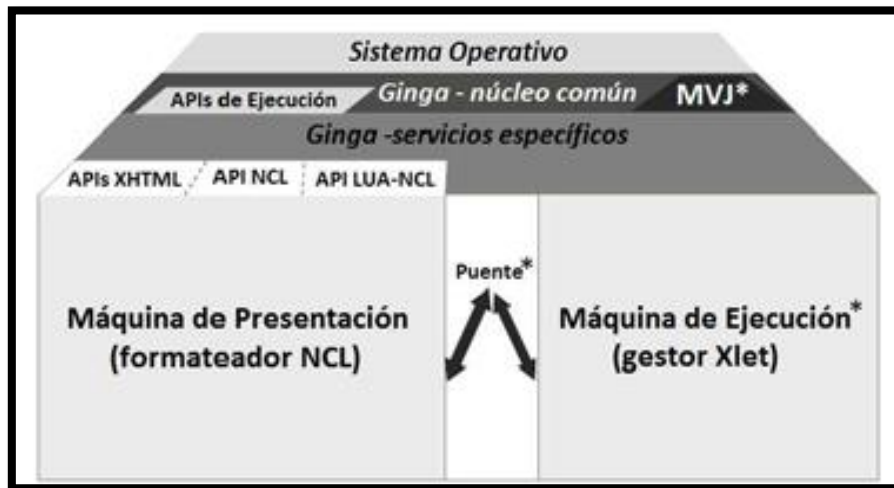


Figura 21-2: Capas de Middleware

Fuente: (Especificaciones Middleware GINGA, 2012: 5)

2.5. Sistema de transmisión de Ecuavisión Canal 29 UHF

La estación de televisión abierta ECUAVISIÓN, opera en el Canal 29 en la banda IV de UHF, ubicada en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo, su concesión se lo realizó con el título habilitante el 3 de marzo de 1999 a favor del Sr. Lizardo Enrique Colcha Arévalo.

Este canal nació como un aporte al desarrollo de la ciudad de Riobamba, sus primeras transmisiones las realiza desde la avenida Daniel León Borja y Duchicela en los altos de Hotel el Cisne, con el pasar de los años la empresa amplía sus emisiones informativas para captar el interés de la ciudadanía.

Esta empresa televisiva cubre la provincia de Chimborazo principalmente al Cantón Riobamba y alrededores como Guano, Altos de Penipe, Altos de Colta y Chambo, desenvolviéndose dentro del acontecer local con el propósito de informar los hechos de la provincia; Ecuavisión cuenta con tecnología de punta que cumple con los parámetros y exigencias de los medios de comunicación modernos.



Figura 22-2: Sello Ecuavisión Canal 29 UHF

Fuente: https://twitter.com/29_canal?lang=es

2.5.1. Función de la estación televisiva Ecuavisión Canal 29

Actualmente las instalaciones de Ecuavisión Canal 29 se ubican en las calles: Celso Augusto Rodríguez y Bolívar Bonilla, Ex Parque Industrial, cuenta con el estudio de grabación y producción, que permiten transmitir programas televisivos de diferente índole.

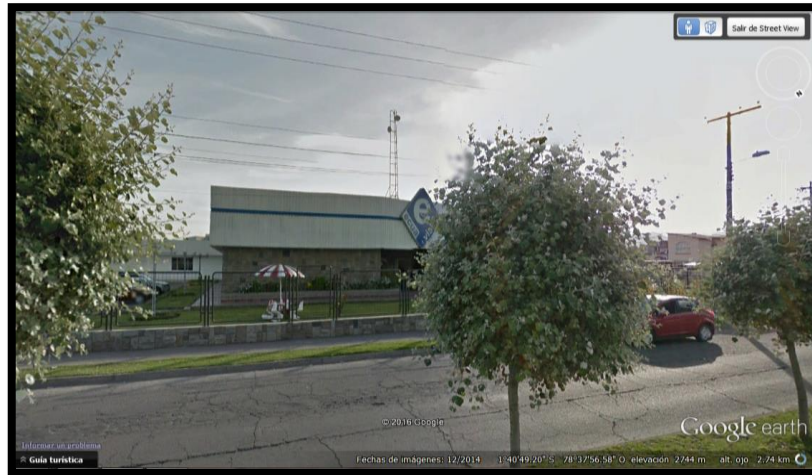


Figura 23-2: Instalaciones de Ecuavisión Canal 29 UHF
Fuente: Google Earth

El contenido de Ecuavisión Canal 29 es denominado ECUANOTICIAS y presenta tres bloques informativos, dos locales y el restante es la combinación de noticias nacionales e internacionales; cuenta con el equipo necesario para hacer las diferentes transmisiones generadas en vivo como de material grabado. El análisis de la señal se realiza a través de tres áreas de trabajo:

- Área de Producción
- Área de Programación
- Área de Transmisión

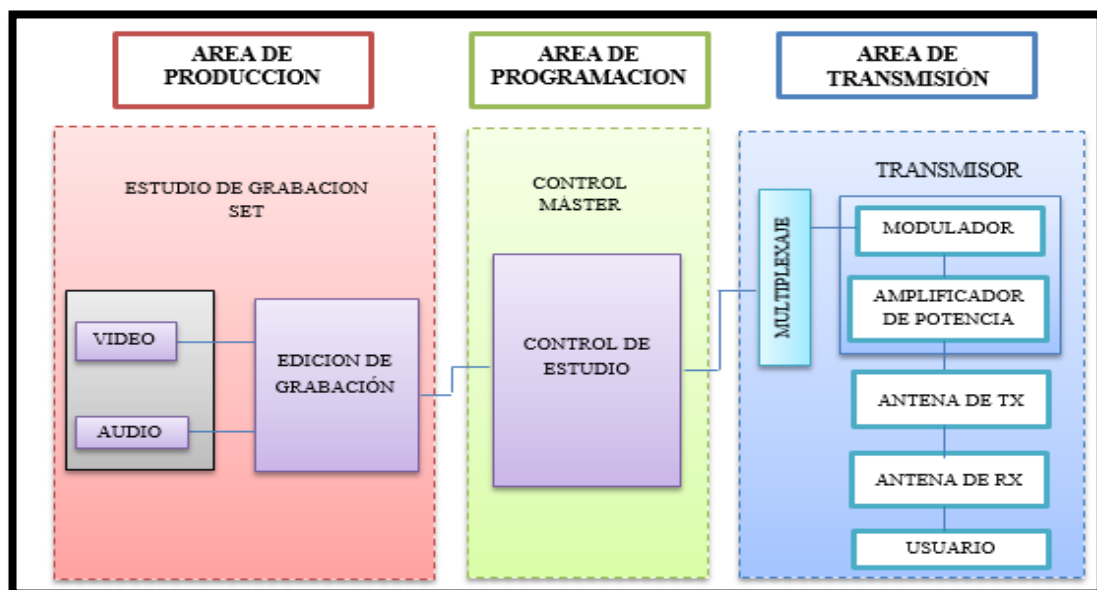


Figura 24-2: Áreas de Ecuavision Canal 29 UHF
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

2.5.1.1. Área de producción

Está formada por todo el equipo necesario para realizar cualquier tipo de grabaciones, los distintos equipos instalados en esta área son manejados por personal capacitado para este tipo de actividad como son: reporteros, camarógrafos y editores.

2.5.1.1.1. Estudio de televisión

Es un lugar cerrado que contiene elementos propios del área de producción, el tamaño del set determina la complejidad del programa que es posible realizar.



Figura 25-2: Estudio del canal de televisión Ecuavisión
Fuente: https://twitter.com/29_canal?lang=es

2.5.1.1.2. Cámaras de video

Las cámaras que existen en el estudio son Panasonic Full HD (1920*1080), dos son usadas para la parte exterior y cuatro son usadas en el estudio lo que le permiten capturar imágenes convirtiéndolas en señales eléctricas al master para luego ser enviadas a las antenas para que pueda ser observadas en los hogares de los Riobambeños.



Figura 26-2: Cámaras usadas en el canal de televisión Ecuavisión
Fuente: Ecuavisión Canal 29

2.5.1.1.3. *Teleprompter*

El teleprompter posee un monitor mirror incorporado LCD de 8 pulgadas, este se encuentra ubicado frente a la videocámara que son observados por los presentadores de televisión lo que les permite ver el texto sobre la noticia en desarrollo.



Figura 27-2: Teleprompter del Canal de televisión Ecuavisión
Fuente: Ecuavisión Canal 29

2.5.1.1.4. *Monitor*

El monitor es de marca LG de 40 pulgadas, que permite visualizar las grabaciones de cada una de las cámaras y enviar las señales hacia el mezclador de video.



Figura 28-2: Monitor del Canal de televisión Ecuavisión

Fuente: https://twitter.com/29_canal?lang=es

2.5.1.2. *Área de programación*

Es la parte funcional en donde se concentra el desarrollo de la programación en forma permanente para ser enviada al transmisor principal que está ubicado dentro del área de cobertura autorizada a la estación matriz.

A esta área también se la conoce como Estudio principal (control máster), y está compuesta por los diferentes equipos.

2.5.1.2.1. *Consola de audio*

La consola de audio es de marca Yamaha MG2414FX de 24 canales, esta se encarga del tratamiento y estudio de las señales de audio, este contiene los parámetros técnicos de la señal sonora proveniente de los micrófonos y demás fuentes de audio, además tiene la capacidad de mezclar las diferentes señales de reproductores de audio con las señales del set de televisión.



Figura 28-2: Consola de Audio del Canal de televisión Ecuavisión

Fuente: Ecuavisión Canal 29

2.5.1.2.2. Mezclador de video

El mezclador de video es de marca Roland V-8 (NTSC or PAL (ITU601) PC-RGB, este se encarga de la selección, manipulación y las mezclas de las distintas señales de video provenientes de las varias cámaras ubicadas en el set de televisión y de las cámaras que se encuentran fuera del set de televisión.



Figura 29-2: Mezclador de video del canal de televisión Ecuavisión
Fuente: Ecuavisión Canal 29

2.5.1.2.3. Monitores

Los monitores que están en la cabina de transmisión son de marca HANNS.G y un tercer monitor marca Samsung de 19 pulgadas, que muestran las imágenes provenientes de las distintas cámaras ubicadas en el Set.



Figura 30-2: Monitores del canal de televisión Ecuavisión
Fuente: Ecuavisión Canal 29

2.5.1.2.4. *Generadores de caracteres*

El generador de caracteres es de CG-300 y su principal función es mostrar la grabación de video en texto, dibujos y leyendas que ayudan a la contribución de la información para una mejor comprensión del televidente.

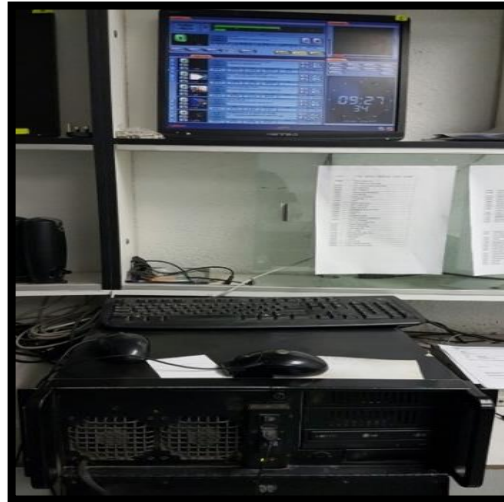


Figura 31-2: Generador de caracteres del canal de televisión Ecuavisión
Fuente: Ecuavisión Canal 29

2.5.1.3. *Área de transmisión*

En esta área se realiza las diferentes modulaciones, multiplexaciones y amplificaciones de la señal de audio y video, para luego ser enviadas a la antena que se encuentra en la parte superior del edificio y esta a su vez emite las señales de televisión a los diferentes usuarios que se encuentran dentro del área de cobertura.

2.5.1.3.1. *Transmisor*

El transmisor se encarga de modular las señales eléctricas de video y audio para amplificarlas y poder emitir las como ondas electromagnéticas desde la antena transmisoras a la zona de cobertura.



Figura 32-2: Transmisor del canal de televisión Ecuavisión
Fuente: Ecuavisión Canal 29

2.5.1.3.1.1. Características del sistema de transmisión

El sistema está compuesto por un conjunto radiante que se encuentran dirigidas hacia el Cantón Riobamba y a su vez está conformado por seis antenas tipo panel de 4 dipolos, con ganancia total de 19.3dBd; trabaja con una potencia de transmisión de 1000 W y un umbral de recepción de -80dBm en la banda IV de UHF. Las características principales se detallan a continuación:

Tabla 12-2: Características técnicas de la transmisión

Canal de operación	29 UHF
Ancho de banda autorizado	6 MHz
Polarización	HORIZONTAL
Ángulos de azimut de Máxima radiación	185°
N° de antenas del sistema Radiante	6 PANELES UHF
Ángulo de inclinación	90°
Ganancia máxima del Arreglo	19.13 dBd
Altura de la torre	50m
Pérdidas en cables y Conectores	2dB
Potencia efectiva radiada (P.E.R.)	1000 W

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

2.5.1.3.2. *Enlace microondas*

El enlace de microondas es de marca linear que, por medio de su cable coaxial de baja perdida, las diferentes señales son enviadas desde el modulador hacia el trasmisor microonda que está ubicado en la parte inferior de la antena parabólica y desde aquí se propagan las señales radioeléctricas hacia el trasmisor principal ubicado en el Cerro Cacha con una distancia aproximada de 9.4 Km.



Figura 33-2: Enlace de microondas del canal de televisión Ecuavisión
Fuente: Ecuavisión Canal 29

2.5.1.3.2.1. *Descripción del enlace microondas*

El enlace de microonda trabaja con los siguientes parámetros: banda de operación [6800-7000] MHz, potencia de transmisión 1W, antenas parabólicas de 30 dB de ganancia. La antena transmisora está instalada en la parte superior de la oficina del canal a una altura de 5m y el transmisor analógico se encuentra ubicado en el Cerro Cacha en una torre de 50m de altura.

2.5.1.3.3. *Sistema radiante*

Esta señal es enviada desde el estudio de transmisión es receptada y amplificada para luego ser transmitida a la torre de transmisión la que tiene un arreglo de 6 paneles los que se encargan de propagar la señal de las ondas electromagnéticas a los receptores ubicados en tierra.

2.5.2. Características técnicas del canal de Ecuavisión Canal 29

El canal Ecuavisión cuenta con una concesión del canal UHF con el número 29 de televisión análoga abierta que opera con una estación matriz. Las especificaciones técnicas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 13-2: Características técnicas del canal Ecuavisión

Banda de Frecuencia	Tipo de Estación	Área de Cobertura Principal	Ubicación del Transmisor	P.E.R [KW]	Sistema Radiante	Enlace Estudio – Transmisor
[560 – 566] Mhz	Matriz	Riobamba	Cerro Hignug Cacha	1	Arreglo de 6 paneles UHF	Enlace radioeléctrico

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Ecuavisión posee un estudio de Televisión en donde se efectúa la programación de todos los contenidos; y el cerro de Cacha es donde se encuentra el Transmisor analógico; a continuación, se presentan las siguientes coordenadas geográficas.

Tabla 14-2: Coordenadas geográficas del estudio y el cerro Cacha

Ubicación	Provincia	Coordenadas Geográficas		Altura S.N.M.
		Latitud	Longitud	(Mts)
Estudio: Ecuavisión	Chimborazo	01°40'49.20"S	78°37'56.58"W	2741
Transmisor: Cerro Cacha	Chimborazo	01°41'31.90" S	78°42'58.60" W	3513

Fuente: Ecuavisión Canal 29

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

CAPITULO III

3. MARCO METODOLOGICO

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. *Tipo de investigación*

El presente trabajo de Investigación se encuentra definida como descriptiva por qué se va a utilizar los diferentes equipos que existen actualmente en el canal de Ecuavisión para transmitir TV analógica; se tratara de buscar y especificar los diferentes parámetros de operación del sistema de transmisión con los que trabaja la estación televisiva antes mencionada.

El diseño de esta investigación posee la investigación o estudio descriptivo de la cual se pretende obtener información de manera independiente y de manera conjunta sobre los conceptos que permitirán establecer la estructura secuencial y los diferentes requerimientos que son necesarios para transmitir TDT, además de este puede ser utilizado como análisis y documentación para investigaciones futuras.

3.1.2. *Métodos de la investigación*

- **Método descriptivo.** - Aquí se revisarán los conceptos básicos de la TV Analógica, TDT y se establece el funcionamiento y las características técnicas más importantes del estándar con el que se trabaja en Ecuador, ISDB-Tb.
- **Método deductivo.** - Para la comprensión de conceptos, principios, definiciones y normas que rigen el estándar ISDB-Tb, y aplicarlos en esta investigación.

- Se realizara un análisis de los datos y configuraciones de los equipos con los que operaba actualmente el canal de televisión Ecuavisión, era necesario conocer las condiciones en las que se encontraba este medio de televisivo; debido al cambio de tecnología implica diversos cambios en nuestro entorno como el ámbito social, tecnológico, cultural entre otros por lo que fue necesario realizar un estudio en uno de los canales que transmiten su señal televisiva en el Cantón Riobamba, como es Ecuavisión Canal 29.
- Con los principios establecidos en a la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales y en la Norma Técnica de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre que actualmente va entrar en funcionamiento se debe saber los parámetros que van a ser utilizados y con los que debe operar un canal de televisión.
- Con la información recolectada, se analizarán los equipos del sistema de transmisión que se utiliza en Ecuavisión, para realizar una evaluación del costo/beneficio para el canal.

3.1.3. Técnicas de investigación

Para la recopilar de información se necesita conocer la situación actual que existen en el canal de televisión Ecuavisión Canal 29, se hará uso de las siguientes técnicas de investigación:

- ✓ **Técnica de observación:** Para la recolección de datos se trasladó hacia los estudios del canal 29 para un reconocimiento del sitio de trabajo, en el cual se podrá conocer las actividades que se desarrollan en este medio de comunicación y en el cual se intercambiaron ideas con la persona responsable de la ejecución de los distintos procesos.

Dejando así la observación como la primera técnica que se ejecutó.

- ✓ **Técnica de la entrevista:** Se realizó esta técnica a los altos miembro del canal de televisión como por ejemplo gerente del canal de televisión Dr. Alex Colcha y al Ing. Fernando Asqui encargado del área de Equipos de Transmisión y Difusión de este canal de televisión.

Se realizó diferentes visitas técnicas, la cual permitió hacer la revisión de los equipos del set de televisión y del área del control master obteniendo los siguientes datos y características técnicas de los equipos que permiten el funcionamiento del canal. La información en la cual se sustenta la investigación, fue recopilada mediante la documentación a partir de material bibliográfico de tesis, normas, publicaciones entre otros.

3.1.4. Herramientas e Instrumentos

Con el fin de obtener información y respuestas del problema investigado u objeto de estudio se utilizó la siguiente herramienta:

Cuestionario: Este instrumento de investigación se lo aplicó al gerente y al ingeniero encargado del área de Equipos de Transmisión y Difusión del canal de televisión, con el propósito de obtener información, dicho instrumento contiene preguntas abiertas relacionadas al tema de investigación. A continuación, se muestra las preguntas que fueron realizadas a los consultados:

Preguntas

- ✓ Diseño de la arquitectura actual del sistema de transmisión de TV analógica del Canal 29 UHF.
- ✓ Características técnicas de los equipos que utilizan para transmitir televisión analógica.
 - Tipo de antenas (ganancias, pérdidas, altura de la antena); ubicación de las antenas (coordenadas geográficas).
 - Máxima potencia de transmisión.
 - Zonas de cobertura del canal .
 - Niveles de pérdidas de transmisión, de cada conector, de las antenas, del cable
 - Tiempo de uso de los equipos de transmisión.

- ✓ Niveles o indicadores de la eficiencia del sistema de transmisión de TV analógica del canal (cuadro de eficiencia).
- ✓ A qué porcentaje están trabajando los equipos en la transmisión de TV (Nivel de Rendimiento).
- ✓ Cada que tiempo realizan el mantenimiento de los equipos.

3.1.5. Población de la investigación

La información que se obtuvo fue facilitada por el Sr. Gerente de la estación de televisión y el Ingeniero encargado de los equipos y difusión de la señal, quienes representan el 100% de la población del estudio, lo cual permitió obtener un buen nivel de representatividad y una fiabilidad de los datos obtenidos de dicha investigación

3.2. Metodología del diseño

Con la información adquirida a través de las diferentes técnicas de investigación y con la ayuda del material bibliográfico se procedió a desarrollar el principal objetivo como es el diseño de una estructura para transmitir TDT en la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales, para su cumplimiento se realizaron el siguiente proceso:

- En primer lugar, se realizó la elaboración de un esquema del sistema de transmisión de la estación televisiva, con el fin de tener una noción básica sobre el estructurado del canal.
- Se hará la elección del Software Libre Radio Mobile versión 11.5.8 que permitirá hacer los cálculos de enlaces de larga distancia en terrenos regulares e irregulares, creando automáticamente el perfil del trayecto entre el transmisor - receptor, así como también se creará un mapa de cobertura teórico.
- Las simulaciones en el Software de Radio Mobile será el de conocer cuáles son las zonas de cobertura que presentan problemas para receptor las señales radioeléctricas, es decir aquellas áreas en donde su nivel de intensidad de campo (E) es menor al que se requiere para tener una buena recepción de la señal de televisión analógica TVA, tomando en cuenta que para las áreas de cobertura principal la E debe ser mayor a 74 dBuV/m.

- Por último, se hará la elaboración del diseño y la evaluación de la propuesta, que permitirá resolver las necesidades de identificar en la investigación los requerimientos que debe tener un canal de televisión para transmitir TDT, en base a la Norma Técnica de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre y bajo el criterio del gerente.
- La empresa que presento la propuesta es Ecuatronix líder en áreas como Tv Digital/IPTV, radio y telecomunicaciones en el Ecuador y el resto de Latinoamérica, se eligió por unanimidad, para solicitar la cotización de los equipos que son necesarios para la transmisión de TDT; en base al diseño que se elaboró previamente.
- Se realizó el análisis de una proforma para poder analizar los diferentes equipos con su respectiva simulación y que estos estén con los nuevos parámetros de operación establecidos por el proveedor, los cuales sirvieron para verificar que se puede transmitir TDT hacia los distintos televidentes del Cantón Riobamba, se tomando en cuenta las condiciones técnicas para la operación de las estaciones del servicio de radiodifusión de televisión digital terrestre en el territorio ecuatoriano, de conformidad con el estándar ISDB-Tb que están establecidas en la Norma Técnica de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre.
- Elaboración de la Propuesta técnica económica, la cual involucra la instalación, configuración y puesta en marcha del desarrollo del proyecto.
- Desarrollo de la estructura de la propuesta para la transmisión TDT desde Ecuavisión hacia la Ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales.
- Se realizó del cálculo de intensidad de campo para las parroquias rurales del Cantón Riobamba, se lo realizó con el fin de conocer los valores adecuados que debe llegar a los distintos receptores para poder receptr TDT con el menor número de interferencias.
- Se calculó la primera zona de fresnel para aquellas zonas que presentan mayores inconvenientes y poder dar soluciones a estas áreas que se encuentran obstruidas en su trayecto.
- Desarrollo del esquema de la nueva estructura que debería tener Ecuavisión con los respectivos equipos que deben ser instalados.
- Análisis costo/beneficio que representa para Ecuavisión Canal 29, la instalación, configuración y puesta en marcha de los equipos para trasmitir TDT.
- Se realizará una evaluación del sistema para ver el rendimiento o mejora que se presenta en el momento de la trasmisión de las señales.

3.3. Metodología de la propuesta

Con los datos recolectados de los diferentes métodos utilizados como, por ejemplo: las entrevistas se realizaron al técnico y al gerente, obteniendo datos de los equipos que están instalados en el canal se obtuvo un diagrama de la estructura del canal.

La información de la propuesta emitida por Ecuatronic e información de arquitectura de estaciones de televisión de revistas técnicas, internet, paper y tesis; se elaboró un diseño para el sistema de transmisión digital terrestre.

Con la ayuda del gerente e ingeniero encargado del funcionamiento de los equipos y la difusión se procedió a realizar la propuesta de equipos para lograr reemplazar la infraestructura que utiliza Ecuavisión por equipos que ayuden a transmitir TDT hacia el Cantón Riobamba.

CAPITULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS

4.1. Análisis del diseño de transmisión actual del canal Ecuavisión # 29 UHF en el cantón Riobamba.

4.1.1. Esquema del sistema de transmisiones de la estación televisiva Ecuavisión

De acuerdo a las características técnicas de operación del sistema de transmisión mencionadas en el Capítulo II, se procede a realiza un esquema de la estructura de transmisión analógica del canal de televisión Ecuavisión, con el fin de tener una pequeña noción sobre cómo está estructurada dicha estación televisiva, tomando en cuenta que trabaja con un sistema de transmisión local, ubicado fuera del centro de producción que por sus condiciones orográficas, permite dar una adecuada cobertura a la población del Cantón Riobamba y sus alrededores como Guano, Chambo, Altos de Penipe y Altos de Colta. (CANAL DE TELEVISION ECUAVISION)

Para poder transportar la señal se procede a realiza un esquema de radioenlaces de microondas, como se ilustra en la Figura 1-4.

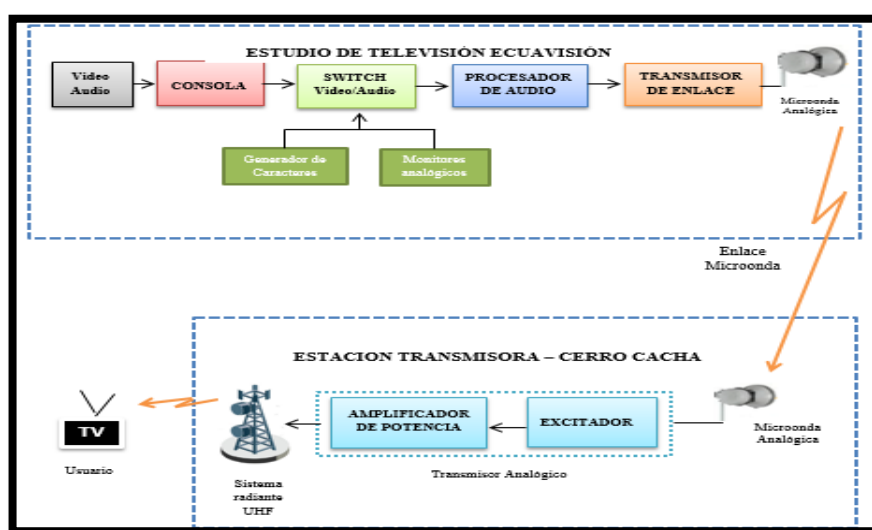


Figura 1-4: Estación televisiva Ecuavisión con matriz en Riobamba
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

4.1.2. Simulaciones en Radio Mobile del sistema de transmisiones de Ecuavisión.

Es esencial conocer la cobertura de la señal que transmite el canal de televisión Ecuavisión en el cantón Riobamba, para ello se procede a realizar las respectivas simulaciones en el Software libre Radio Mobile versión 11.5.8.

“Radio Mobile posee múltiples utilidades de apoyo para la simulación de los enlaces y para el diseño de equipos y del sistema de telecomunicaciones. Los parámetros a introducir para realizar las simulaciones permiten reflejar de forma fiel los equipos reales que se piensa utilizar en la instalación para la que estarían destinados” (ITS, Institute for Telecommunications Science).

4.1.2.1. Enlace de microonda: estudio – transmisor

Con los datos de la Tabla 17-2 y la Tabla 08-2, se configura el enlace estudio-transmisor, creando 2 unidades: Ecuavisión y Cerro-Cacha, las mismas que son asociadas a la red (CH29-CACHA) y a un sistema (Enlace-Microonda), este enlace trabaja con una frecuencia de (6800-7000) MHz.

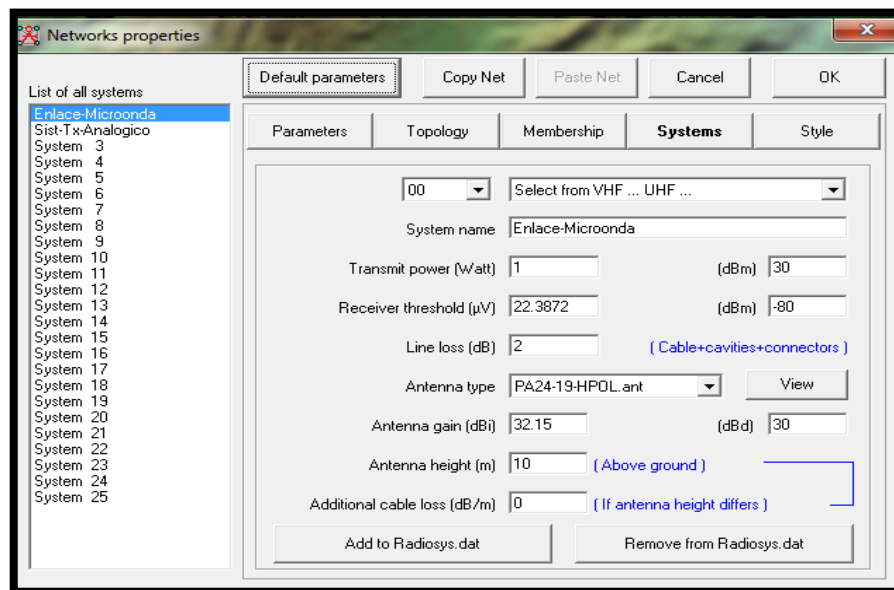


Figura 2-4: Configuración del sistema de enlace microonda
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

De acuerdo a la configuración realizada entre el enlace Ecuavisión y Cerro-Cacha, se construye automáticamente el escenario entre los distintos puntos a partir de los datos de elevación mostrando las zonas de Fresnel, la curvatura que tiene la tierra así también nos indica la altura de la antena requerida para despejar los obstáculos.

En la Figura 3-4, se observa el enlace de transmisión de señal desde el estudio hacia el transmisor.

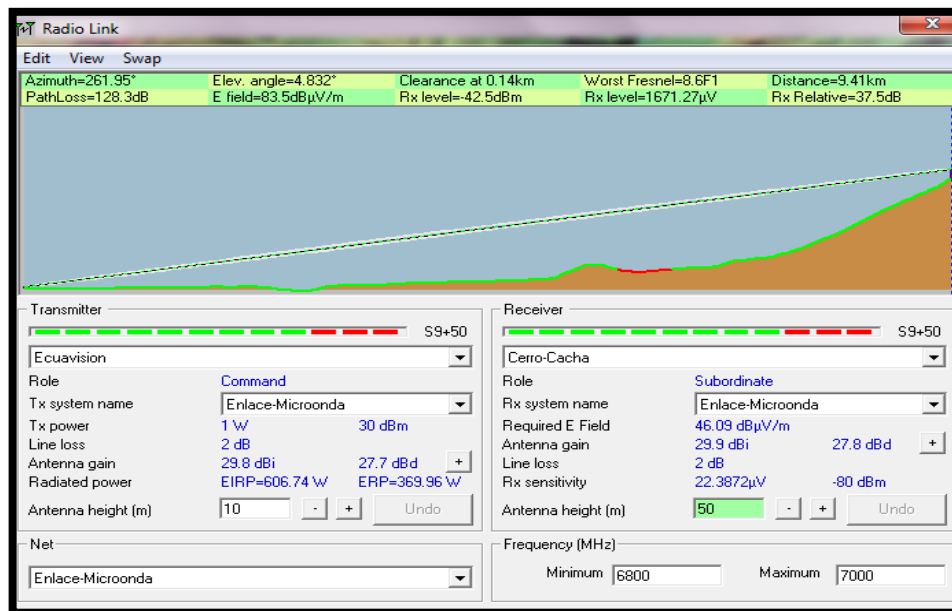


Figura 3-4: Radioenlace Ecuavisión – cerro Cacha
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Se exporta el enlace hacia Google Earth, aquí se puede observar la distancia que existe entre el Estudio y el transmisor que es aproximadamente 9.4Km, con una línea de vista despejada hacia el cerro Cacha, esto también nos indica que Riobamba tiene una topografía regular pudiéndose inferir en la propagación de la señal, como se muestra en la figura 4-4.

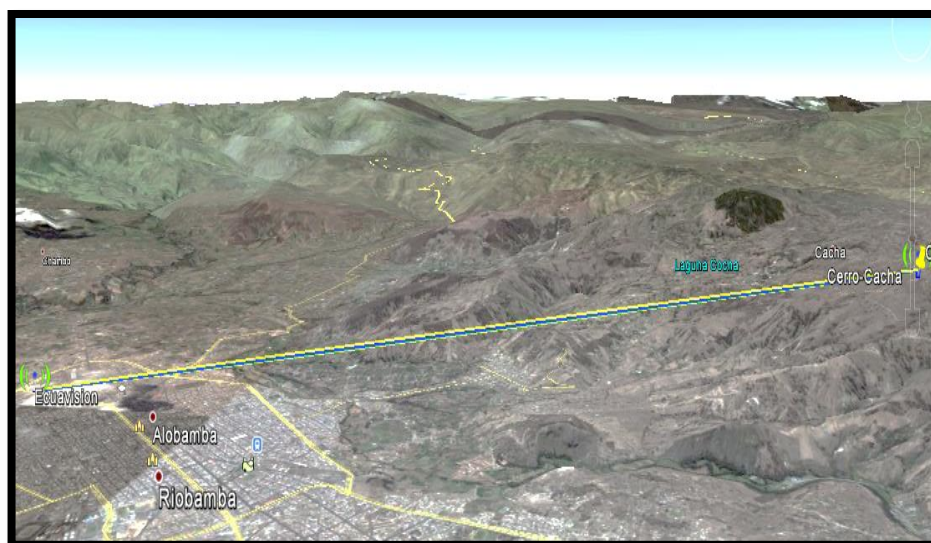


Figura 4-4: Enlace estudio - transmisor (ECUAVISIÓN - CACHA)
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

4.1.2.2. Enlace sistema radiante: transmisor – receptor.

El nivel de potencia que llega hacia la ciudad de Riobamba y a sus parroquias rurales se realizan los radioenlaces entre el transmisor y sus diferentes receptores, para ello se utiliza la tabla 1-4 que contiene las coordenadas geográficas de las once parroquias rurales más Guano, Chambo, altos de Penipe y altos de Colta.

Tabla 1-4: Coordenadas geográficas de los receptores.

Parroquias Rurales	Latitud	Longitud
San Juan	-163.333	-787.833
Calpi	-1.65	-787.333
Riobamba	-166.667	-786.333
Cubijies	-1.65	-785.833
Cacha	-1.7	-786.667
San Luis	-1.7	-78.65
Punin	-176.667	-78.65
Quimiag	-166.667	-785.667
Licto	-1.8	-78.6
Flores	-1.8	-786.333
Pungala	-181.667	-785.667
Guano	-1.6	-786.333
Altos de Penipe	-156.667	-785.333
Altos de Colta	-173.333	-787.667
Chambo	-173.333	-785.833

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Mediante la tabla 1-4 se crean 15 unidades correspondientes a las once parroquias rurales y a las 4 zonas adicionales, a cada unidad se le asigna su respectiva coordenada geográfica, en la siguiente Figura 5-4 se muestra la lista de las unidades receptores más la unidad Cerro Cacha creada anteriormente en el enlace Ecuavisión - Cerro Cacha.

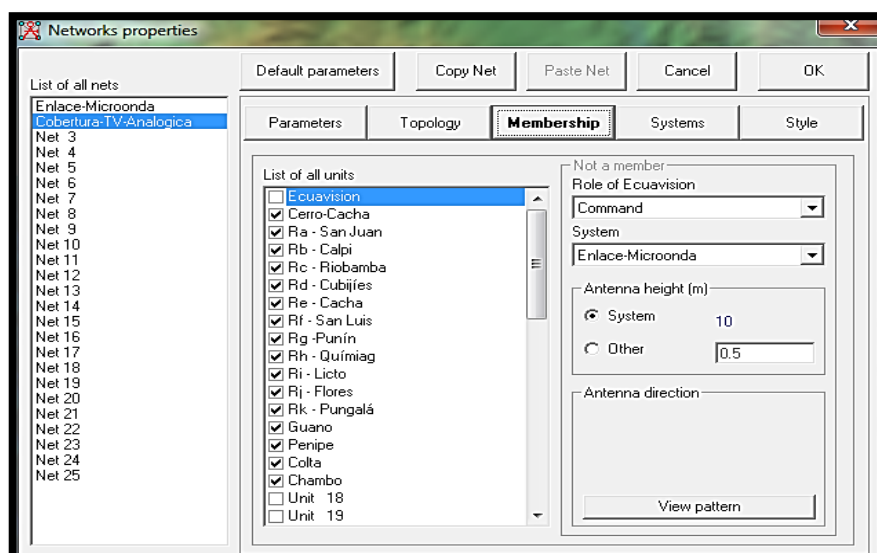


Figura 5-4: Asignación de las unidades al sistema enlace microonda
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

A estas 15 unidades físicas se las asocia a la red (Cobertura-TV-Analógica) y al sistema (Sist-Tx-Analógico). Se especifica el rol de cada una de las unidades de la topología, en donde cada receptor será Subordinates (Subordinados) y al transmisor Command (Comando). Como se muestra en la siguiente Figura 6-4.

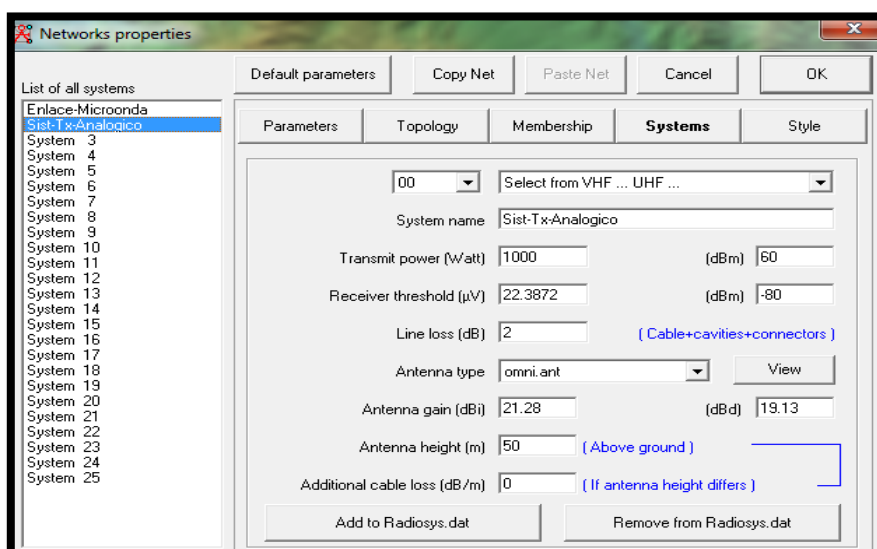


Figura 6-4: Configuración del sistema Sist-Tx-Analógico.
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

4.1.2.3. Resultados de los radioenlaces

Luego de configurado todos parámetros, se realiza la interpretación de los radioenlaces; la Figura 7-4 se muestra los resultados de las diferentes configuraciones realizadas anteriormente, aquí se puede observar todos los radioenlaces como Licto, Pungalá y altos Penipe que aparecen con línea entrecortada de color rojo y amarillo que indica que estos receptores no reciben suficiente potencia, debido a la presencia de obstáculos que impiden que tengan una buena línea de vista, sin embargo, los enlaces restantes como San Juan, Calpi, Riobamba, San Luis, Punín, Quimiag, Flores, Cubijíes, Guano, Chambo y Altos de Colta tienen una buena calidad de recepción ya que reciben un valor óptimo de intensidad de campo.

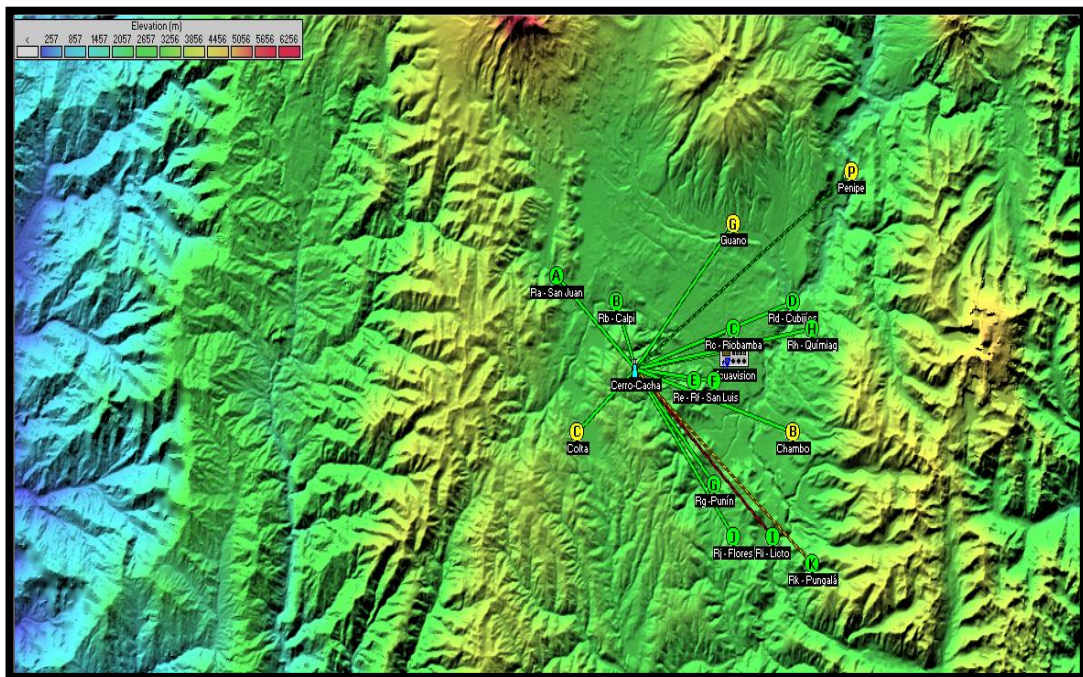


Figura 7-4: Escenario de la simulación transmisor-receptor.
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Con la herramienta de Radio Link que ofrece radio Mobile se obtuvo los siguientes resultados de los diferentes radioenlaces entre el transmisor y sus receptores, a continuación, se muestra los resultados en la tabla 2-4 con un resumen de los parámetros más importantes que deben ser considerados para su análisis.

Tabla 2-4: Resultados obtenidos para los puntos de recepción de TVA

Parroquias Rurales	Latitud	Longitud	Distancia Tx-Rx [Km]	Zona de Fresnel F1	E [dBuV/m]	Nivel Rx [dBm]	Rx relaivo [dB]
San Juan	-1.63333	-78.7833	9.91	1.3	99.4	-13.5	66.5
Calpi	-1.65	-78.7333	5.06	-0.8	82.2	-30.7	49.3
Riobamba	-1.66667	-78.6333	9.64	2.3	104.6	-8.4	71.6
Cubijies	-1.65	-78.5833	15.50	-5.3	41.5	-71.4	8.6
Cacha	-1.7	-78.6667	5.57	-1.3	70.0	-43.0	37.0
San Luis	-1.7	-78.65	7.41	-2.9	53	-59.9	20.1
Punin	-1.76667	-78.65	11.08	-5.1	47.8	-65.2	14.8
Quimiag	-1.66667	-78.5667	16.85	0,7	96.6	-16.4	63.6
Licto	-1.8	-78.6	17.62	-10.1	27.7	-85.2	-5.2
Flores	-1.8	-786.333	15.12	1.4	95.6	-17.3	62.7
Pungala	-1.81667	-78.5667	21.62	-3.6	30.5	-82.4	-2.4
Guano	-1.6	-78.6333	13.78	1.6	100.5	-12.4	67.6
Altos de Penipe	-1.56667	-78.5333	24.65	-7.6	36.7	-76.2	3.8
Altos de Colta	-1.73333	-78.7667	7.23	-1.4	74.2	-38.8	41.2
Chambo	-1.73333	-78.5833	15.46	4.8	97.1	-17.5	62.5

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

La tabla 2-4 se observa los resultados obtenidos a través de las distintas simulaciones para cada uno de los radioenlaces, como se puede observar existen problemas con la zona fresnel para Calpi, Cubijies, Cacha, San Luis, Punín, Licto, Pungalá, Altos de Penipe y Altos de Colta razón por la intensidad de campo que se requiere para una buena recepción de TVA es menor a 74dBuV/m, sin embargo, con este medio de difusión si se puede receptar la señal analógica a pesar de no tener una buena cobertura; para los casos de Licto, Pungalá y Altos de Penipe que presentan también dificultades con su umbral de recepción al tener un valor menor al requerido, a continuación se analizan estos tres últimos radioenlaces:

Enlace cerro Cacha – Licto

En la figura 8-4 se puede observar la elevación del terreno con la línea de vista obstruida, afectando así a la primera zona de fresnel (F1) con un valor del -10.1, razón por la cual se obtiene un nivel mínimo de recepción del -85.2dBm menor al que se requiere que es de -80dBm.

En la figura 9-4 se muestra el margen de recepción con un valor del -5.2dB lo que significa que el enlace no es viable impidiendo que la señal analógica se reciba con buena calidad de imagen y sonido debido a la presencia de ruido e interferencias en el medio de transmisión y en su trayectoria.

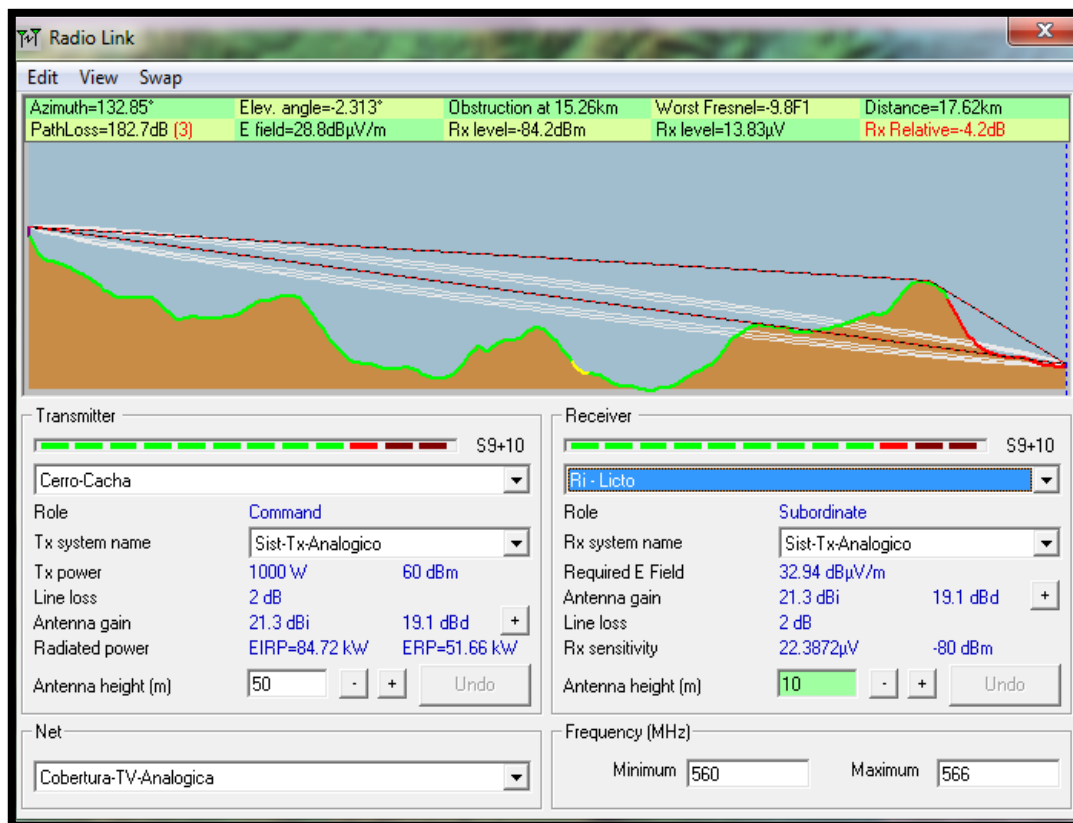


Figura 8-4: Enlace de microonda cerro Cacha – Licto
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

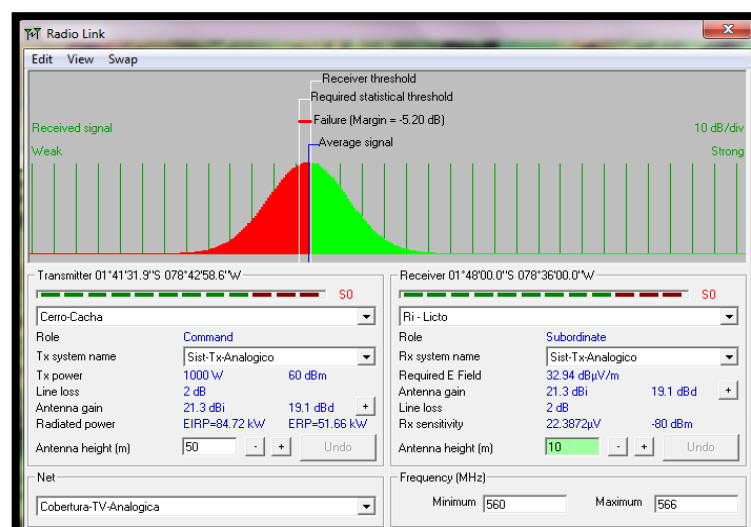


Figura 9-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Licto
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Enlace cerro Cacha – Pungalá

Para este caso la intensidad de campo es 30.5dBuV/m menor al que se requiere, como se puede observar al final de la línea de vista existen obstrucciones que impide que la potencia pueda llegar en su totalidad alterando así a la sensibilidad o umbral de recepción dando como resultado -82.4dBm menor al que se necesita -80dBm.

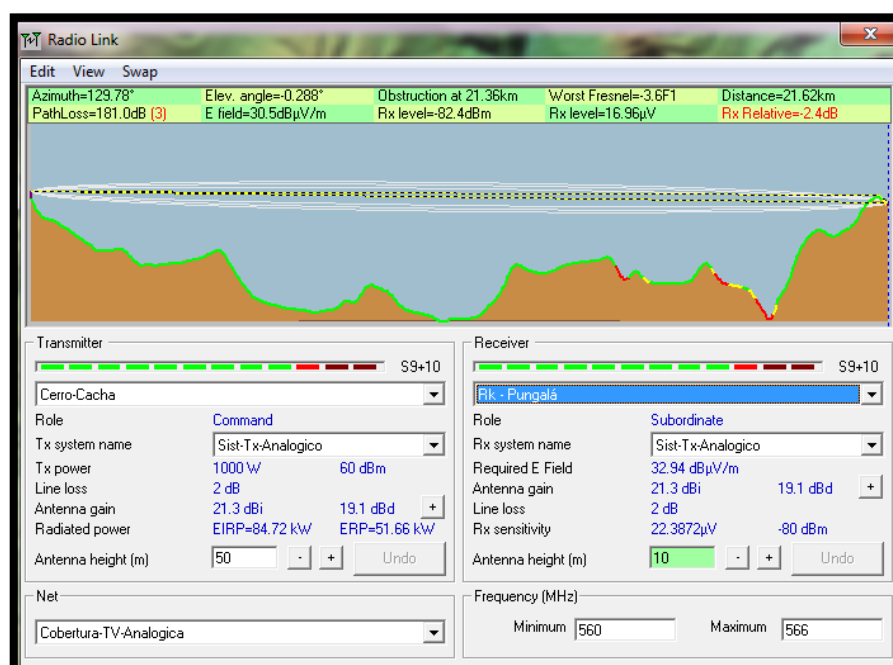


Figura 10-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Licto
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

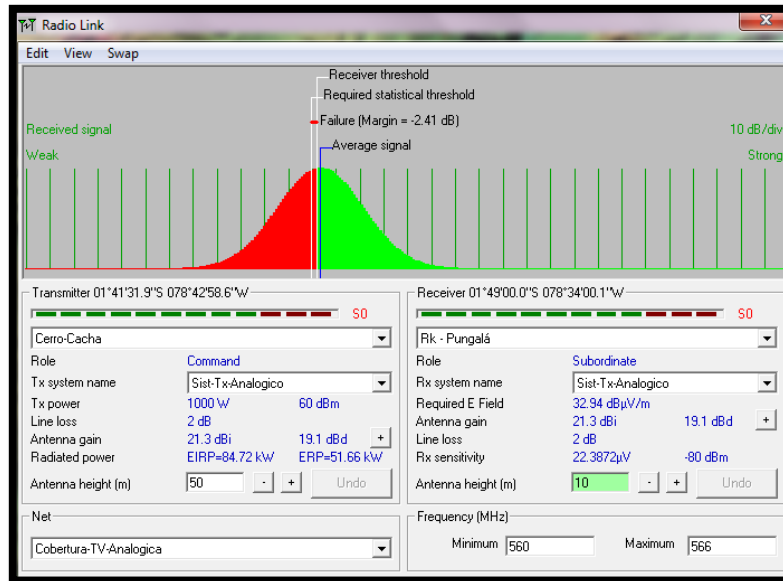


Figura 11-4: Umbral de recepción cerro Cacha - Pungalá
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Para el Radioenlace entre el Cerro Cacha y Altos de Penipe presenta los mismos problemas que los dos radioenlaces mencionados anteriormente.

Cobertura actual de Ecuavisión Canal 29.

Se debe tomar en cuenta la Norma Técnica para el Servicio de Televisión Analógica y Plan de Distribución de Canales, en la cual se menciona que el valor de intensidad de campo mínimo a proteger, a un nivel de 10 metros sobre el suelo tiene un valor de 74 dBuV/m para el área de borde de cobertura principal; mientras que 64 dBuV/m corresponde al borde de cobertura secundaria, para la banda IV, UHF.

Se procede a graficar el área de cobertura de la estación televisiva Ecuavisión a través de la herramienta de cobertura de radio polar.

Al finalizar el asistente la aplicación dibuja sobre el mapa la cobertura del Transmisor dando como resultados la siguiente figura.

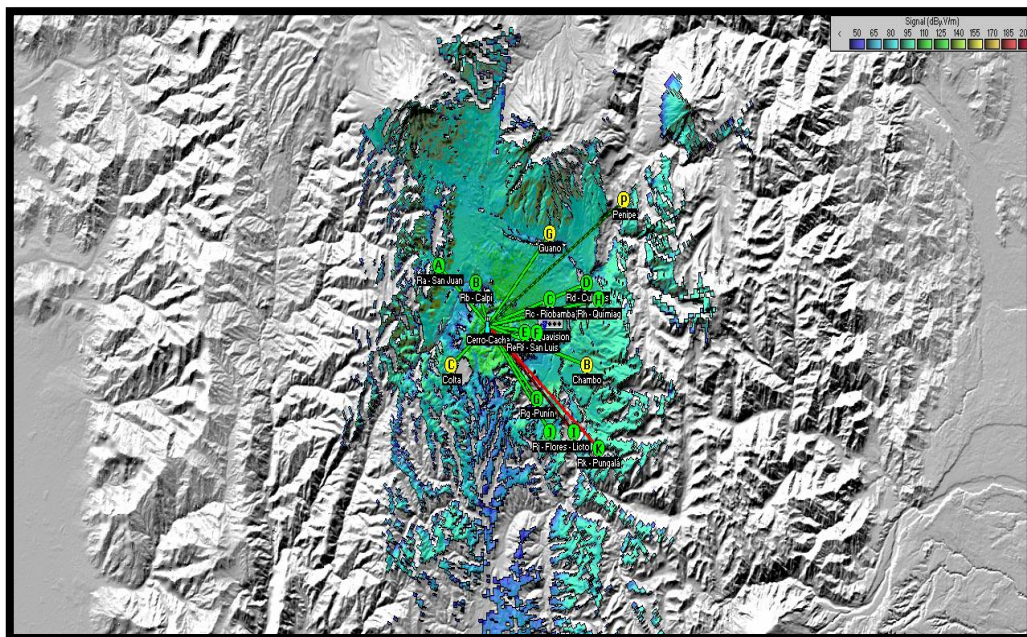


Figura 12-4: Área de cobertura de la estación televisiva Ecuavisión

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

De acuerdo a los resultados obtenidos en las simulaciones se puede visualizar los niveles de señal que son aceptables, ya que la mayoría del área a cubrir tiene valores óptimos de intensidad de campo, dando una buena cobertura a la población de Riobamba y a sus parroquias rurales para la recepción de televisión analógica.

4.2. Diseño de una arquitectura para la transmisión de TDT

Para realizar el proceso de digitalización en el canal de televisión Ecuavisión canal 29 se ha identificado todo el equipo necesario para este trabajo, con la modificación de los equipos del estudio televisivo, sistemas de transmisión en función de dos variables:

- *Tamaño del canal.*
- *Área de cobertura mínima a proteger 25Km de distancia.*

Un sistema de transmisión de radiofrecuencia está compuesto básicamente por tres elementos: Transmisor, Línea de transmisión y la Antena los cuales deber ser adquiridas para transmitir TDT.

Debido a que los equipos analógicos disponibles en el área de producción y programación se los puede reutilizar ya que se los puede adaptar y en un futuro se los puede ir cambiando

paulatinamente, a medida que se dé el apagón analógico total en el país, esta reutilización se lo propone con la finalidad de que la televisora realice una menor inversión en la implementación de TDT.

A continuación, se presenta a aquellos equipos que se los puede incorporar para transmisión de esta nueva tecnología.

Equipos para estudio (set).

En cuanto a los equipos de esta área se pueden reutilizar debido a que las cámaras tienen características similares como la mayor resolución (SD y HD), además que el teleprompter los monitores son adecuados para su correcto funcionamiento.

Equipos para el control master.

- ***Área de producción***

Para transmitir la señal de Ecuavisión con todos los beneficios que trae consigo esta nueva tecnología, se deben adquirir equipos que reemplacen a la consola de audio analógica, mezcladores, switches de audio/video y monitores.

- ***Área de transmisión***

La transmisión se lo realiza por radiofrecuencia que necesita un codificador MPEG-4 (audio y video), multiplexor MPEG-2, remultiplexor, convertidor de digital a analógico, además de cables, antenas, transmisor para el enlace de microondas y para el sistema radiante.

Aquí se muestra el diseño que se realizó con la finalidad de que la grabación y transmisión de programas de televisión tengan la calidad Broadcast necesaria para emitir la señal de televisión a la máxima calidad de imagen y sonido, bajo la norma ISDB-Tb.

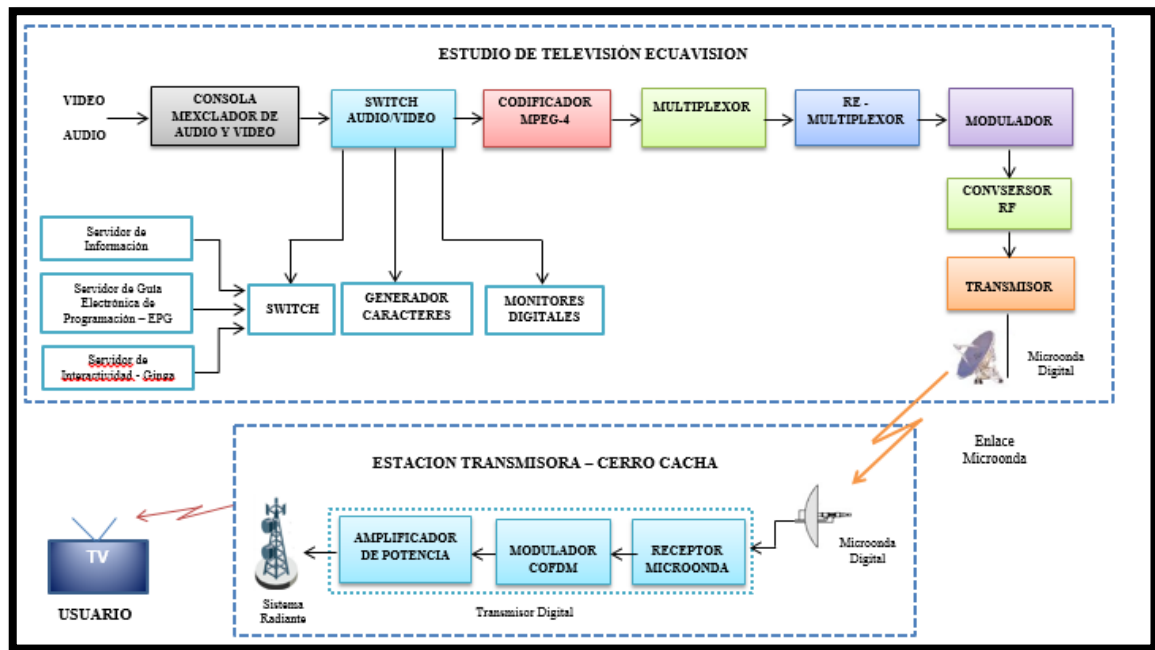


Figura 13-4: Arquitectura para la transmisión de TDT
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

El proceso para la transmisión televisión digital inicia con la obtención de las señales de audio y video generadas por los micrófonos y cámaras, estas señales son recibidas por la mezcladora para luego ser enviadas al Switcher; mientras tanto las señales de video ingresan directamente al equipo. Esto se realiza con la programación que se va a transmitir, para eso se inserta la información de video, audio y datos en el generador de caracteres para ser visualizados por el monitor; la persona encargada del manejo del Switcher se encarga de elegir la señal de televisión que se enviará hacia el Encoder.

Si la programación que se va a transmitir es pregrabada tales como: publicidades, películas, reportajes, etc. se debe enviar dicha programación desde una PC hacia el Switcher; si se retransmiten programas que ya fueron televisados, se utiliza el grabador digital para almacenar, editar y enviar toda la información del programa hacia el Switcher desde una PC.

Las señales de video y audio enviadas al Switcher son codificadas y comprimidas bajo el estándar ISDB-Tb; a la salida del Encoder se obtiene un TS con la información para la transmisión de señales en HD. Los contenidos adicionales como: información extra, subtítulos y aplicaciones interactivas son enviados en un TS desde el servidor hacia el Multiplexor, y se generan un BTS; que es un flujo único de datos conteniendo la información de video, audio y contenidos adicionales, el BTS es recogido por el equipo destinado a realizar el enlace microonda desde la estación hacia el transmisor principal.

En el transmisor principal está ubicado en el cerro Cacha aquí se encuentra la antena y el equipo receptor del enlace microonda, el cual se entrega el stream de información al modulador, este realiza el procesamiento de datos y genera a su salida una señal IF, que posteriormente es convertida en una señal de radiofrecuencia para la banda UHF (560 – 566) MHz; esta conversión es ya realizada por el transmisor, que a su vez amplifica la señal RF y la envía hacia los paneles de radiación UHF.

Al igual que la televisión analógica, la transmisión de la señal de TDT se la realiza por difusión, es decir, enviando la señal desde un punto para que sea recibida por los equipos de los usuarios.

4.2.1. Propuesta económica

En base al diseño presentado Figura 13-4 se solicitó una cotización a la Empresa Ecuatronix, para la transición de televisión analógica a televisión digital terrestre de un canal Local como es Ecuavisión Canal 29 UHF, para que se pueda realizar un cambio en su infraestructura actual, en el área de transmisión; considerando dos puntos importantes: el estándar adoptado por nuestro país ISDB-Tb y el tipo de señal que se va a transmitir en HD.

- **ECUATRONIX CIA. LTDA.** “Es una empresa del sector Telecomunicaciones, que brinda soluciones innovadoras, costos eficientes e integrales en la industria del Broadcasting, manteniéndonos a la vanguardia de la evolución tecnológica, a fin de transformar estos avances en soluciones estratégicas a sus clientes” (Ecuatronix, 2016)

PROFORMA

I.- CHIMBORAZO (Cerro Cacha)

SISTEMA DE TRANSMISION DIGITAL:

Tabla 3-4: Sistema de transmisión digital 1

Cant.	Descripción	P.Unit.	P. Total
1	<p>Transmissor TV Air Cooled Multimode, 1.25 kWrms Digital SYES compuesto por:</p> <p>1 PCM DRIVER(ISDB-Tb)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Modulo HPA SLIM5 RECEPTOR SAT embebido RECEPTOR GPS embebido <p>Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dual ASI (Digital) Hitless input switching (SFN) Receptor Satelital DVB-S/S2 <p>Frequency ref:</p> <ul style="list-style-type: none"> Built-in high stability OCXO Input for optional external source Built-in GPS receiver Front-panel display & SNMP/HTTP for direct & remote equipment control. Filtro de mascara critica de 8 cavidades analógicas/Digital, ISDB-Tb inclusive de acoplador direccional y muestras. Rack Frame Doble Driver PCM KIT <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		81.824,00
1	<p>ARREGLO DE 6 ANTENAS TIPO PANEL UHF - SIRA. (polarización elíptica) UHF. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> Distribuidor de 6 vías con entrada tipo Flange EIA 7/8". 6 cables de Interconexión de 1/2". Herrajes galvanizados y Codos 90° 3 1/8". Ganancia 29.35dBd <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		27.042,00
1	<p>ACCESORIOS DE INSTALACION SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMA RADIANTES que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación de 60 m. cable coaxial de transmisión a 1 5/8 (2) Dos conectores para cable coaxial de 15/8" 		

	<ul style="list-style-type: none"> (2) Kit de accesorios de instalación de cable coaxial y accesorios compuesto por: hanger kit, angle kit, 2 wall roof feed thru , 2 grounding kit ,etc. <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		9.726,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$118.592,00

Fuente: Proforma de Ecuatronic CIA. LTDA

OPCION 2: 630 Wrms:

Tabla 4-4: Sistema de transmisión digital 2

Cant.	Descripción	P.Unit.	P. Total
1	<p>Transmissor TV solid-state Air Cooled, 630 Wrms Digital Ready SYES</p> <p>compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 PCM DRIVER(ISDB-Tb) 1 módulo HPA SLIM3 RECEPTOR SAT embebido RECEPTOR GPS embebido <p>Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dual ASI (Digital) Hitless input switching (SFN) Frequency agile - “static” or “adaptive” pre-correction (both linear and non-linear) Modular & Reliable multi-PA structure Broadband standardized design <p>Frequency ref:</p> <ul style="list-style-type: none"> Built-in high stability OCXO, Input for optional external source Built-in GPS receiver Front-panel display & SNMP/HTTP for direct & remote equipment control. Filtro de mascara critica de 8 cavidades analógicas/Digital, ISDB-Tb Rack frame Dual Driver KIT ISDB-Tb <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		64.510,00

1	ARREGLO DE 6 ANTENAS TIPO PANEL UHF - SIRA. (polarización elíptica) UHF. Incluye: <ul style="list-style-type: none"> Distribuidor de 6 vías con entrada tipo Flange EIA 7/8”. 6 cables de Interconexión de 1/2” Herrajes galvanizados Y Codos 90° 3 1/8” Ganancia 29.35dBd <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		27.042,00
1	ACCESORIOS DE INSTALACION SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMA RADIANTES que incluye: <ul style="list-style-type: none"> Implementación de 60 m. cable coaxial de transmisión a 7/8 “ (2) Dos conectores para cable coaxial de 7/8 (2) Kit de accesorios de instalación de cable coaxial y accesorios compuesto por: hanger kit, angle kit, 2 wall roof feed thru, 2 grounding kit, etc. <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		5.171,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$96.723,00

Fuente: Proforma de Ecuatronix CIA. LTDA

SISTEMA DE MICROONDAS DIGITALES ESTUDIOS – TRANSMISOR CERRO

CACHA:

Tabla 5-4: Sistema de microonda digital

Cant.	Descripción	P.Unit.	P. Total
1	TRANSMISOR DE MICRONDA ELBER TX Banda 6.25-6.90 MHz ELBER, Potencia 1 Watt. <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		20.222,00
1	RECEPTOR DE MICRONDA ELBER RX Banda 6.25-6.90 ELBER <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		21.102,00
1	DECODER ELBER IRD DVB-S/S2 <p style="text-align: right;">PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		4.449,00
1	ENCONDER H.264 MD 9700, entrada HD-SDI.		

	PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:		9020,00
1	MULTIPLEXOR HKL, línea ISCHIO, modelo ISMUX-004		
	PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR		5.200,00
2	PARABOLAS DE 4 PIES, PARA OPERAR EN LA BANDA 6.425 – 7.125 Mhz., Gain:35.89dBd		
	PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:	3.542,00	7.084,00
30	Guía de onda		
	Kit de accesorios de instalación		
	Herrajes para parábolas		
	PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:		3.684,00
2	TRANSITION UDR70 N FEMALE		
	PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:	357,00	714,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$71.475,00

Fuente: Proforma de Ecuatronic CIA. LTDA

EQUIPOS SOLICITADOS:

Tabla 6-4: Equipos para el estudio de TV digital

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	<ul style="list-style-type: none"> (1) SWITCHER DE VIDEO DATA VIDEO 4 CANALES MIXER DE AUDIO ZED 436 – 36 INPUTS 4 BUSS RECORDING MIXER with USB PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:		5.815,00
1	<ul style="list-style-type: none"> MONITOR TELEVISOR LED 42" (49") y CABLE HDMI PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:		1.688,00
	PRECIO TOTAL NETO EN ECUADOR:		\$7.503,00

Fuente: Proforma de Ecuatronic CIA. LTDA

TOTAL, DEL PROYECTO

Tabla 7-4: Costo total de la proforma Ecuatronic CIA. LTDA

ITEM	DESCRIPCION	P. TOTAL
1	I.- CHIMBORAZO Riobamba (Cerro Cacha)	
	SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMAS DE MICROONDAS (ESTUDIO – TX PRINCIPAL)	190.067,00
3	//. EQUIPOS DE ESTUDIO VARIOS	168.198,00
	SWITCHER, MIXER Y MONITOR	
	SUBTOTAL OPCION PRINCIPAL:	197.570,00
	(+) 14% IVA:	27.659,80
	TOTAL PUESTO EN ECUADOR:	\$225.229,00

Fuente: Proforma de Ecuatronic CIA. LTDA

La instalación, configuración y puesta en marcha del presente proyecto tiene un costo del 50% del total del total de lo equipo a adquirir. A continuación, se detalla en que consiste cada una de estas etapas que se desarrollaran para la ejecución de la propuesta.

4.2.1.1. Instalación, configuración y puesta en marcha

4.2.1.1.1. Instalación de equipos

✓ Área del set de televisión

Se procederá a la ubicación de los nuevos equipos (monitores, switcher, mezcladora) después de la remoción de los equipos actuales tales como cámaras, telepromter; previo al análisis de las conexiones.

✓ **Área de transmisión**

✓ *Enlace de microondas*

Con la instalación de los nuevos equipos de radiofrecuencia para el enlace de microondas se puede alargar el tiempo de vida útil de los equipos instalados, realizando un cambio de los elementos de esta área, procediendo a brindar mayor garantía en funcionalidad y disponibilidad en los componentes de la infraestructura que permitirá transmitir el contenido televisivo hacia el transmisor principal ubicado en el Cerro Cacha.

✓ *Sistema radiante*

En el departamento de transmisión, se colocarán el transmisor y los equipos especificados para que la señal sea procesada y así poder transmitir bajo el sistema ISDB-Tb; y verificar que las antenas apunten hacia el Cantón Riobamba y toda su ganancia alcance a toda el área de cobertura principal.

4.2.1.1.2. *Configuración de equipos.*

Los equipos del Enlace de microondas y Sistema radiante vienen con la configuración de fábrica por defecto, para este caso debe configurar de acuerdo a las necesidades del canal para poder proveer la suficiente cobertura que se requiere para que se pueda receptor TDT.

4.2.1.1.3. *Puesta en marcha de los equipos.*

Para el correcto funcionamiento de los equipos instalados se procede a la puesta en marcha y realizara las diferentes pruebas del funcionamiento del sistema de transmisión.

✓ Pruebas de cada uno de los equipos de las tres áreas de trabajo del canal.

✓ Pruebas del sistema de transmisión.

Para estas pruebas se requiere la presencia del operador y el técnico, para la validación del correcto funcionamiento.

Propuesta técnica económica.

Tabla 8-4: Total de la propuesta para Ecuavisión

Detalle	P. TOTAL
Total, puesto en Ecuador:	\$ 225 229,00
Instalación, Configuración y Puesta en Marcha.	\$100 000,00
TOTAL	\$ 325 229,00

Fuente: Ilvay, R. 2016

Con la proforma recibida, se ha puesto en consideración las dos opciones del sistema de transmisión digital, la primera oferta con una potencia de 1250Wrms y la segunda de 630Wrms, al analizar los resultados de las simulaciones de la tabla 2-4 que muestran a las zonas de cobertura que tienen menor intensidad de potencia como es el caso de Licto Pungalá y Altos de Penipe, con el fin de mejorar la situación de estos lugares así como también de Guano, Chambo, Altos de Colta y de las demás parroquias rurales del Cantón Riobamba, se decidió por la primera cotización, la cual demanda una inversión en los equipos de \$225 229.00, la que no incluye el costo de mano de obra, esta propuesta beneficiará a aquellos receptores que se encuentran en las zonas más lejanas y que pueden verse afectados por la falta de cobertura para la recepción de TDT, además de que manifestaron que desean ampliar su servicio de tv a las demás provincias del país.

4.3. Estructura de la propuesta para transmisión TDT para el canal de televisión Ecuavisión

En la figura 14-4 se muestra un esquema de los elementos presentes en dicha interconexión para la transmisión de televisión digital terrestre desde el estudio de televisión Ecuavisión Canal 29 hacia el Cantón Riobamba.

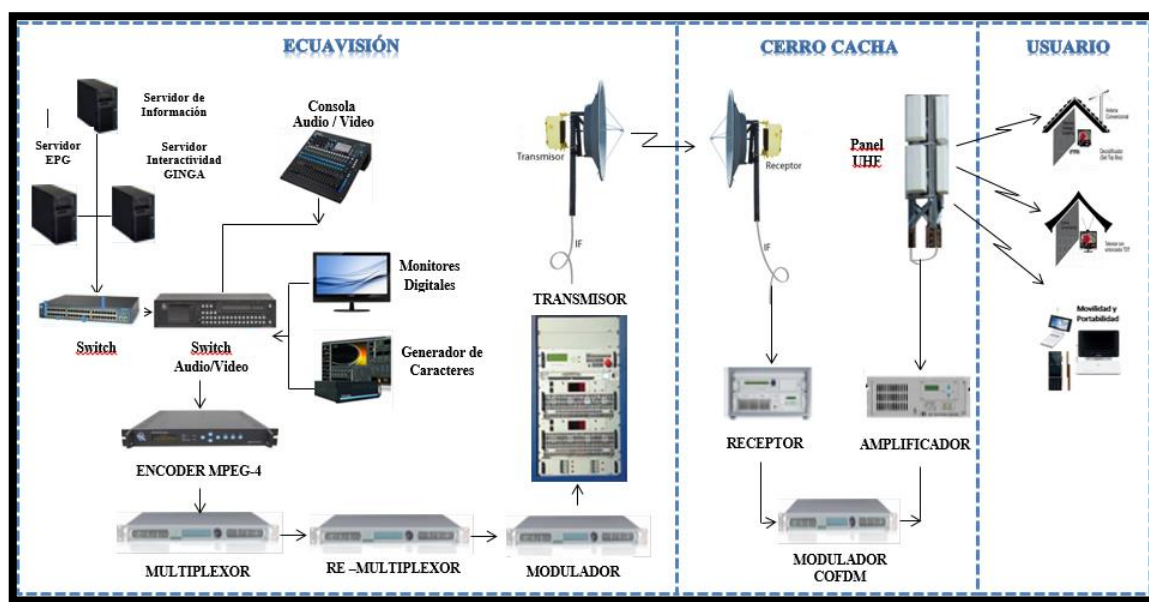


Figura 14-4: Esquema de sistema de transmisión para el canal Ecuavisión
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

4.3.1. Simulación de una red de trabajo TDT con Radio Mobile

Se va a simular una red de trabajo de TDT para el cantón Riobamba para lo cual se usa la tabla detallada a continuación los cuales nos resume los parámetros utilizados para la cotización recibida por parte de la empresa Ecuatronic, los parámetros presentados por esta empresa son de gran ayuda para las simulaciones que se realiza para el sistema TDT que va desde el estudio al transmisor.

Tabla 9-4: Parámetros de transmisión de TDT

Sistema de microondas digitales Estudio - Transmisor	Sistema Radiante
F= (6250-6900) MHZ	Potencia efectiva radiada (P.E.R) 1250 Wrms
Transmisor con potencia de 1 W	Arreglo de 6 antenas tipo panel UHF, Ganancia = 29.35Dbd
Antena parabólica de 4 pies. G=35.89 dBd	Umbral de recepción= -77.4 dBm
Pérdidas en el cable y conectores	Pérdidas en cables y conectores 2 dB

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

4.3.1.1. Configuración de la red de Trabajo TDT

El mismo procedimiento que se realizó para Televisión Analógica, se va a realizar para una red de trabajo de TDT, con los datos mostrados en la tabla 9-4 se configuran las propiedades de red con una frecuencia de trabajo (6250-6900) MHz que pertenece a la emisión de la televisión digital terrestre.

Posterior a la configuración de parámetros, se establecen los lineamientos para la unidad transmisora indicando la potencia, sensibilidad, parámetros de la antena, perdidas entre otros; para lo cual se da nombre al Sistema (Enlace-Microonda-Digital) conforme con el Plan técnico nacional de la TDT la potencia ideal debe ser 1W; la pérdida total por conector y cable es 2 dB y ahora el valor de la sensibilidad o umbral de recepción es -77.4dBm.

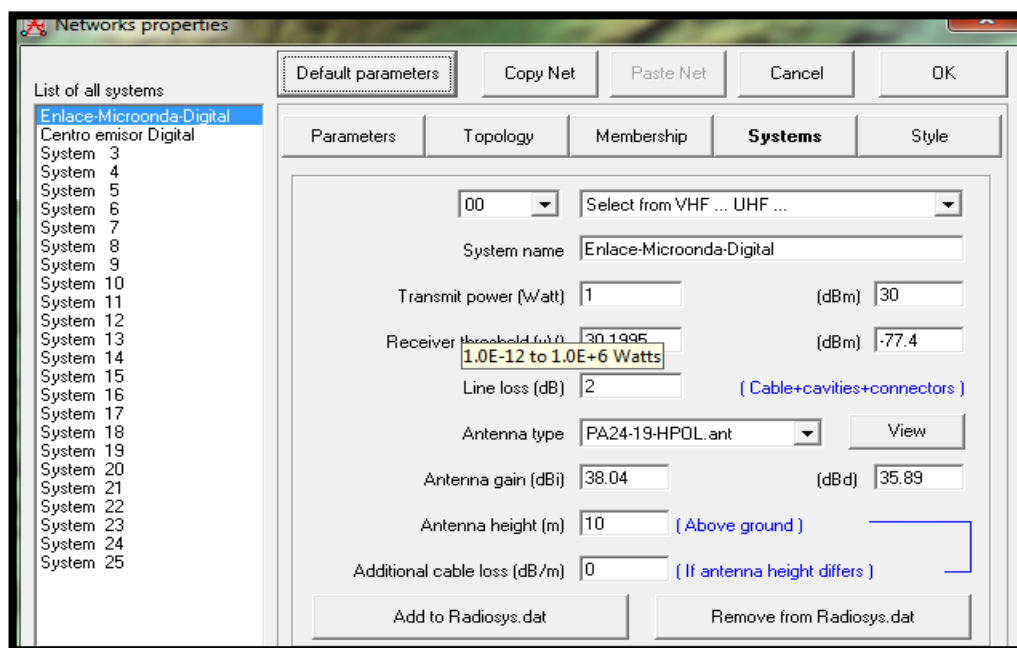


Figura 15-4: Configuración del sistema emisor TDT

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Luego de configurar los parámetros de Red, del sistema y las unidades desde el centro emisor Ecuavisión hacia el cerro Cacha, ahora se va a analizar el enlace directo entre los dos puntos.

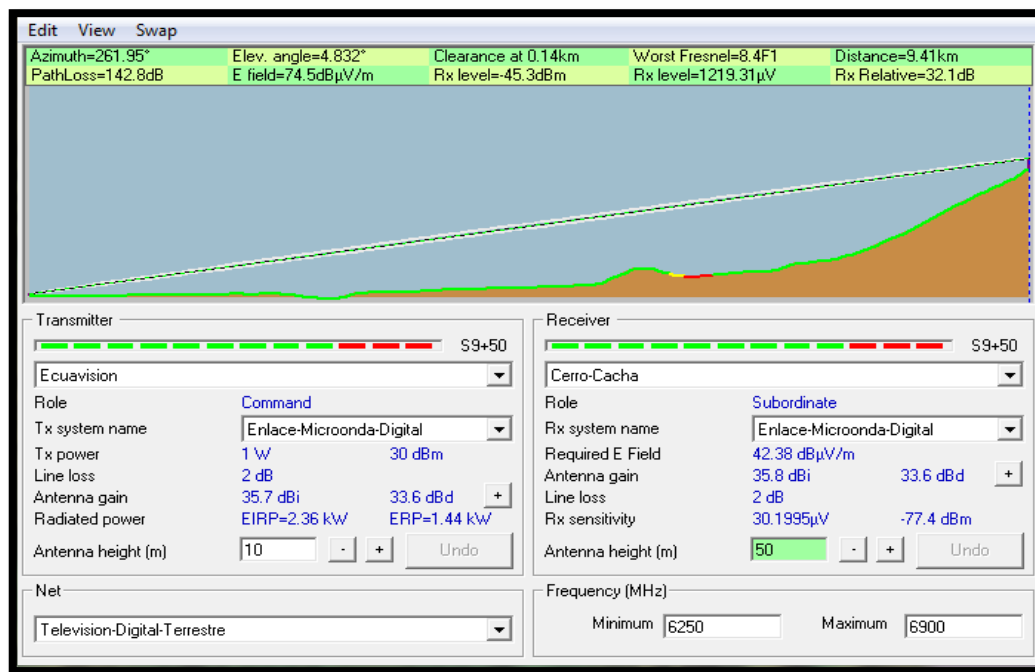


Figura 16-4: Enlace Ecuavisión – cerro Cacha

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

En la figura 16-4 se observa el perfil terrestre de enlace directo y los parámetros utilizados como la distancia entre los emisores, pérdidas, ángulo de elevación, azimuth. El parámetro más importante es el de nivel de señal relativo (Rx relative) que indica si la señal que llega es suficiente para dar cobertura; también se observa que el enlace directo entre el transmisor y el repetidor ubicado en el Cerro Cacha se muestra de color verde esto significa que el nivel de señal relativo del campo es de calidad con un valor de 32.1dB.

4.3.1.2. Configuración de la cobertura TDT

Para graficar el área de cobertura se realiza el mismo proceso de TVA, se crea a una Red (Sistema-radiante) y un Sistema denominado Cobertura TV Digital, para cada configuración se utilizó los parámetros de operación de los equipos indicados en la tabla 9-4, se ubica a la antenna transmisora en una torre de 50m de altura y a las antenas receptoras de 10m de altura, para efectos de simulación se utiliza una antenna omnidireccional en lugar del arreglo ya que al tener varios paneles se obtienen un diagrama de radiación relativamente omnidireccional, lo que permite irradiar en 360° desde el cerro cacha, tal como se hizo en las simulación Enlace Transmisor-Receptor.

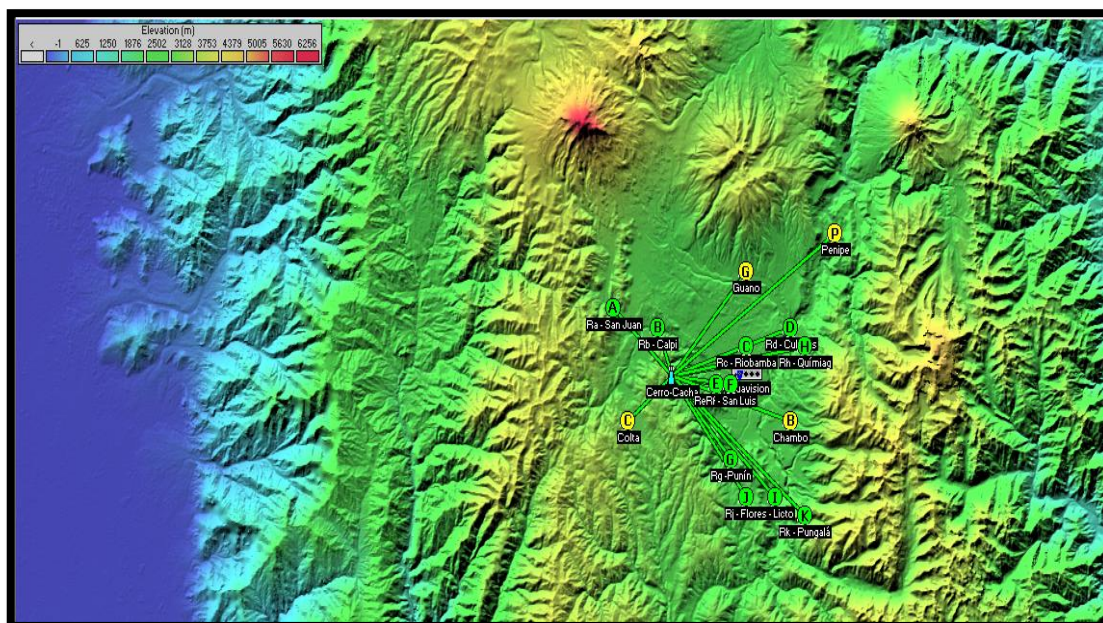


Figura 17-4: Enlace transmisor – receptor para TDT

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

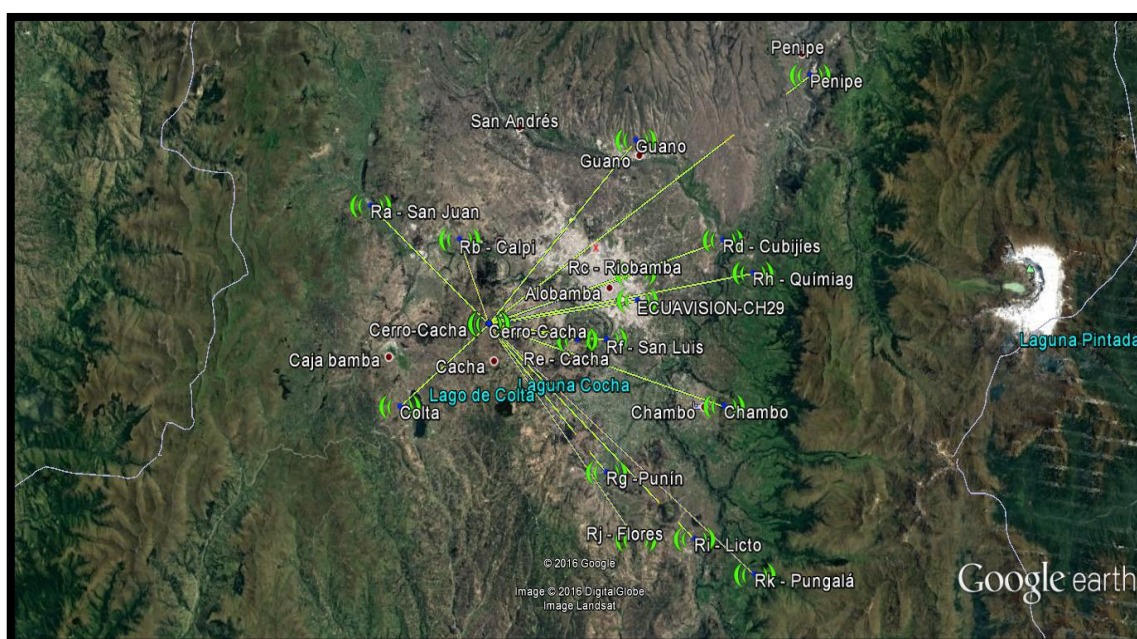


Figura 18-4: Enlace transmisor – receptor para TDT

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Luego de realizar las simulaciones como resultado se obtiene que todos los radioenlaces son viables, ahora dichos enlaces se encuentran de color verde esto significa que la señal transmitida

llega hacia aquellos lugares que inicialmente tenían problemas con la potencia, indicando así que los niveles de señal son aceptables. De igual forma se realizó una tabla con los resultados de los perfiles de propagación de la red de trabajo de TDT.

Tabla 10-4: Resultados de la transmisión de TDT

Parroquias Rurales	Latitud	Longitud	Distancia Tx-Rx [Km]	Zona de Fresnel F1	E [dBuV/m]	Nivel Rx [dBm]	Rx relativo [dB]
San Juan	-1.63333	-78.7833	9.91	1.3	110.6	7.9	85.3
Calpi	-1.65	-78.7333	5.06	-0.8	93.4	-9.3	68.1
Riobamba	-1.66667	-78.6333	9.64	2.3	115.8	13.1	90.5
Cubijes	-1.65	-78.5833	15.50	-5.3	52.7	-50	27.4
Cacha	-1.7	-78.6667	5.57	-1.3	81.2	-21.6	55.8
San Luis	-1.7	-78.65	7.41	-2.9	64.2	-38.5	38.9
Punin	-1.76667	-78.65	11.08	-5.1	58.9	-43.8	33.6
Quimiag	-1.66667	-78.5667	16.85	0,7	107.8	5.1	82.5
Licto	-1.8	-78.6	17.62	-10.1	38.9	-63.8	13.6
Flores	-1.8	-786.333	15.12	1.4	106.8	4.1	81.5
Pungala	-1.81667	-78.5667	21.62	-3.6	41.7	-61.0	16.4
Guano	-1.6	-78.6333	13.78	1.6	111.7	9.0	86.4
Altos de Penipe	-1.56667	-78.5333	24.65	-7.6	47.9	-54.8	22.6
Altos de Colta	-1.73333	-78.7667	7.23	-1.4	85.4	-17.3	60.1
Chambo	-1.73333	-78.5833	15.46	4.8	108.3	5.6	83.0

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

En la tabla 10-4 se observa que los niveles de recepción son óptimos para las distintas parroquias del Cantón Riobamba, sin embargo persisten los problemas para Licto, Pungalá y Altos de Penipe al no tener su línea de vista libre de obstrucciones se puede presentar problemas para recibir TDT, una solución podría ser que el televidente aumente la altura de las antenas receptoras o que la estación televisiva aumente la altura de la torre donde se encuentra ubicada la antena, debido a que en aquellos lugares en donde existen zonas de sombra serán difíciles de cubrir totalmente debido a la orografía del terreno.

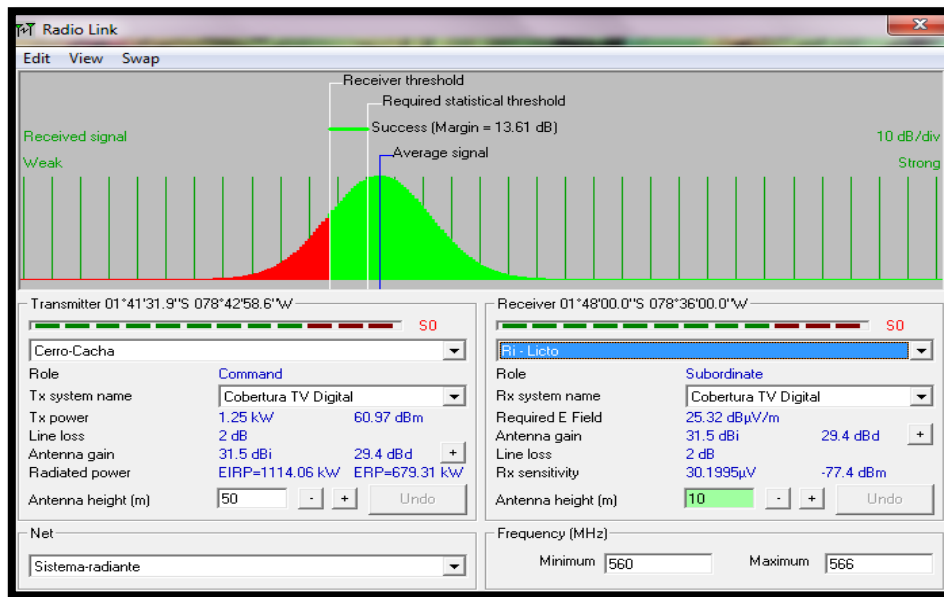


Figura 19-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Licto
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

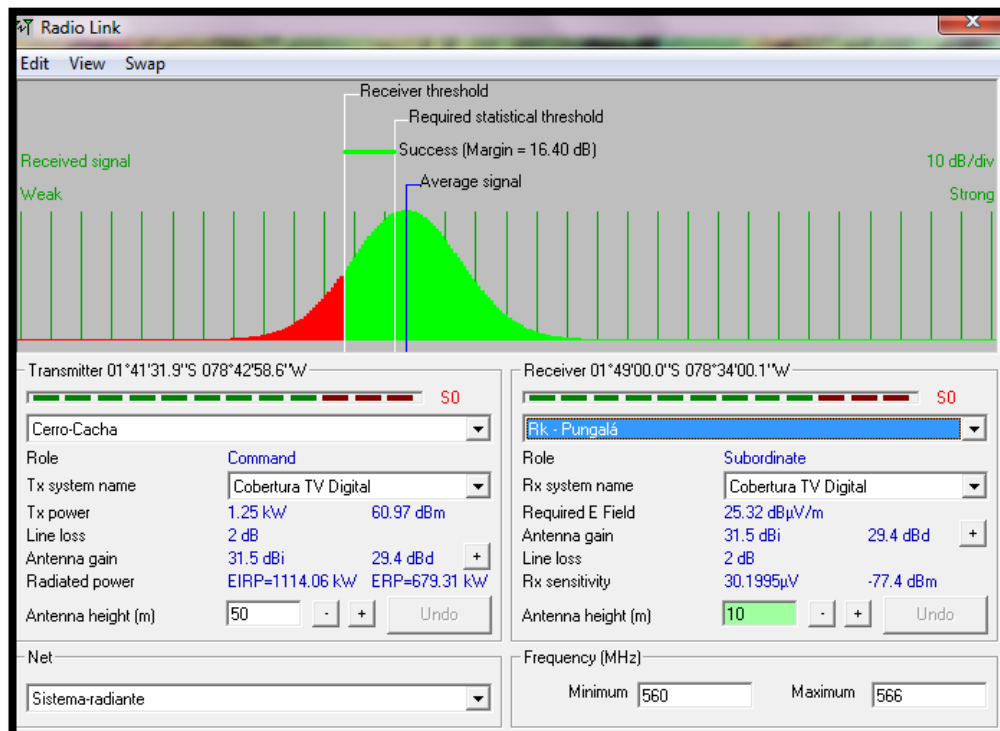


Figura 20-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Pungalá
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

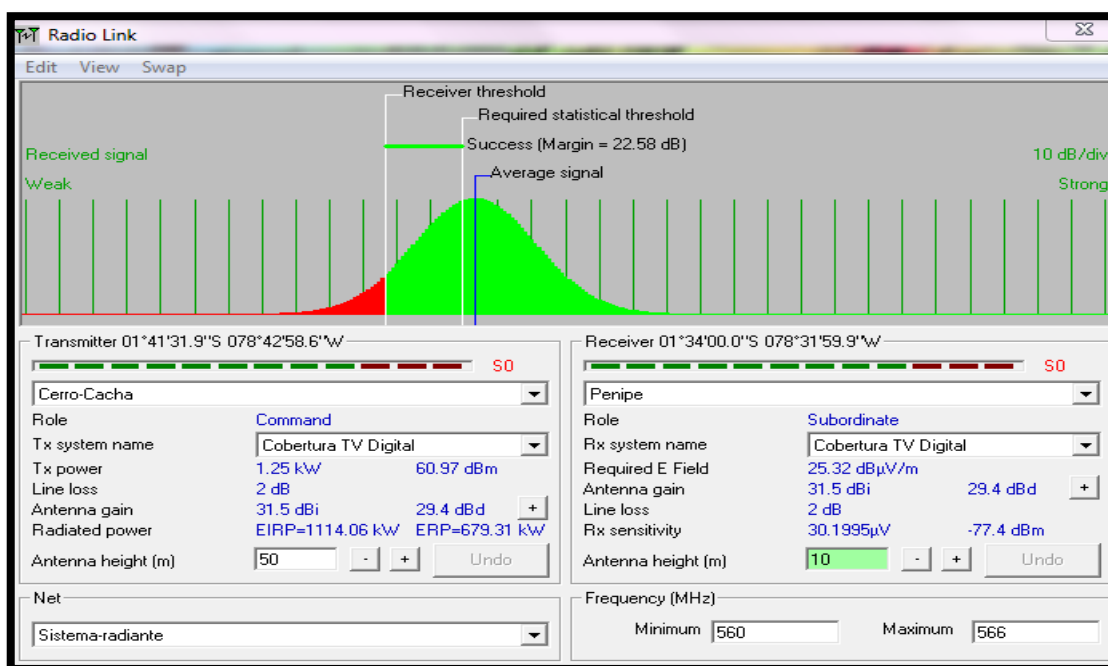


Figura 21-4: Umbral de recepción cerro Cacha – Penipe
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

4.3.1.3. Cobertura TDT para Ecuavisión

Se crean la gráfica de cobertura TDT hacia el Cantón Riobamba, como se observa en la tabla 10-4, los resultados de las simulaciones nos indican que los niveles de señal son aceptables y garantizan la comunicación entre el emisor y los distintos receptores.

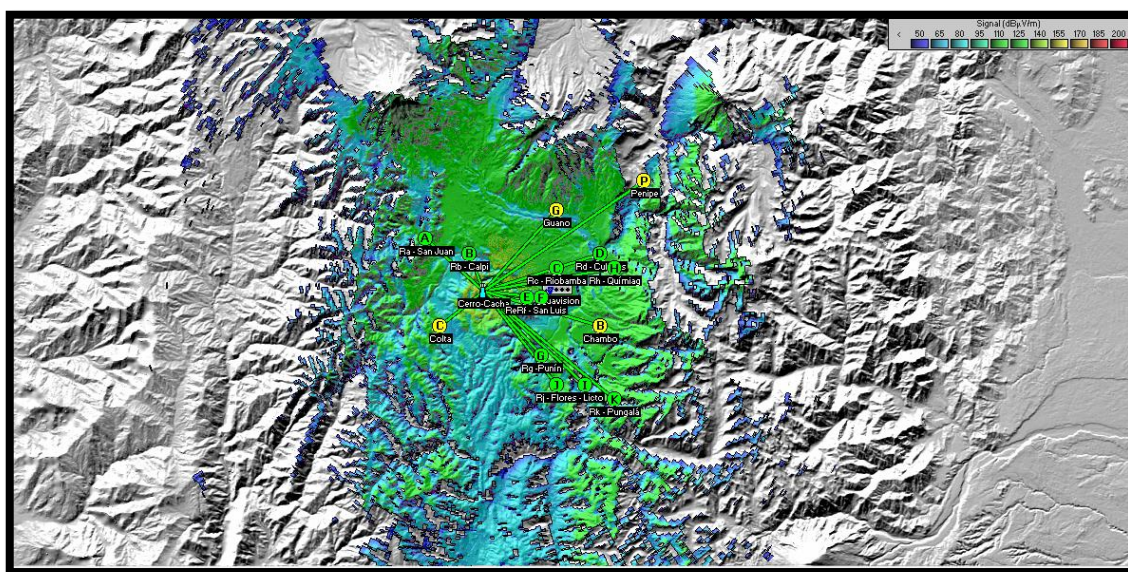


Figura 22-4: Alcance de la cobertura TDT
Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Cabe mencionar que ninguno de los elementos usados para las simulaciones del sistema de transmisión son los correctos por esta razón se debe contemplar las pérdidas que se presentan en las líneas de transmisión, pérdidas producidas por la distancia o por reflexiones impidiendo que llegue mayor intensidad de campo para receptar de mejor manera TDT.

4.4. Cálculo de la intensidad de campo

De acuerdo a la guía de implementación ABNT NBR 1508-1 de la norma Brasileña Número ABNT NBR 1501, los niveles óptimos de intensidad de campo mínimo a proteger que debería llegar a las zonas de cada uno de los receptores, es 51dBμV/m, para que la señal sea recibida adecuadamente y esté protegida contra interferencias. A través de la ecuación obtenida de la recomendación ITU-RP 1546-3 se puede calcular la intensidad de campo en el espacio libre en todos los puntos receptores, con la siguiente fórmula:

$$E = 106.9 - 20\log(d)$$

Ecuación 1-4: Intensidad de campo

Donde:

- **d:** Distancia en kilometro
- **E:** Intensidad de campo.

A continuación, en la tabla 11-3 se muestran los resultados obtenidos luego de aplicar la ecuación 1-3 para cada una de las parroquias rurales incluido Guano, Chambo, Altos de Penipe y Altos de Colta.

Tabla 11-4: Cálculo de la intensidad de campo

Parroquias Rurales	Distancia Tx-RX [Km]	E [dBuV/m]
San Juan	9.91	86.979
Calpi	5.06	92.817
Riobamba	9.64	87.218
Cubijies	15.50	83.150

Cacha	5.57	91.983
San Luis	7.41	89.504
Punín	11.08	86.009
Quimiag	16.85	82.368
Licto	17.62	81.980
Flores	15.12	83.308
Pungala	21.62	80.203
Guano	13.78	84.115
Penipe	24.65	79.064
Altos de Colta	7.23	89.717
Chambo	15.46	83.116

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

En condiciones ideales los valores mostrados en la tabla 10-4 son los más apropiadas para poder receptor de mejor manera TDT, sin embargo, en dichos radioenlaces existen factores como la elevación del terreno y el clima que afectan a las condiciones de propagación haciendo difícil que lleguen estos valores calculados a todas las parroquias del Cantón Riobamba.

Los valores calculados de la intensidad de campo como se muestran en la tabla 11-4 nos indica se debe tener una trayectoria libre de obstrucciones; en la tabla 2-4 indica que Calpi, Cubijés, Cacha, San Luis, Punín, Licto, Pungalá, Penipe y Colta tienen problemas con su primera zona de fresnel, lo que impide que la intensidad de campo no llegue en su totalidad, a continuación, se realizan los respectivos cálculos para conocer el espacio que debe estar despejado para lograr una correcta recepción de TDT.

4.4.1. Cálculo de primera zona de Fresnel

Para la práctica es necesario tener el 60% despejado de la primera zona de Fresnel a lo largo de toda la trayectoria de propagación; mediante la aplicación de Google Earth se crea el perfil de elevación el cual permite ver el punto en el que se encuentra dicho obstáculo.

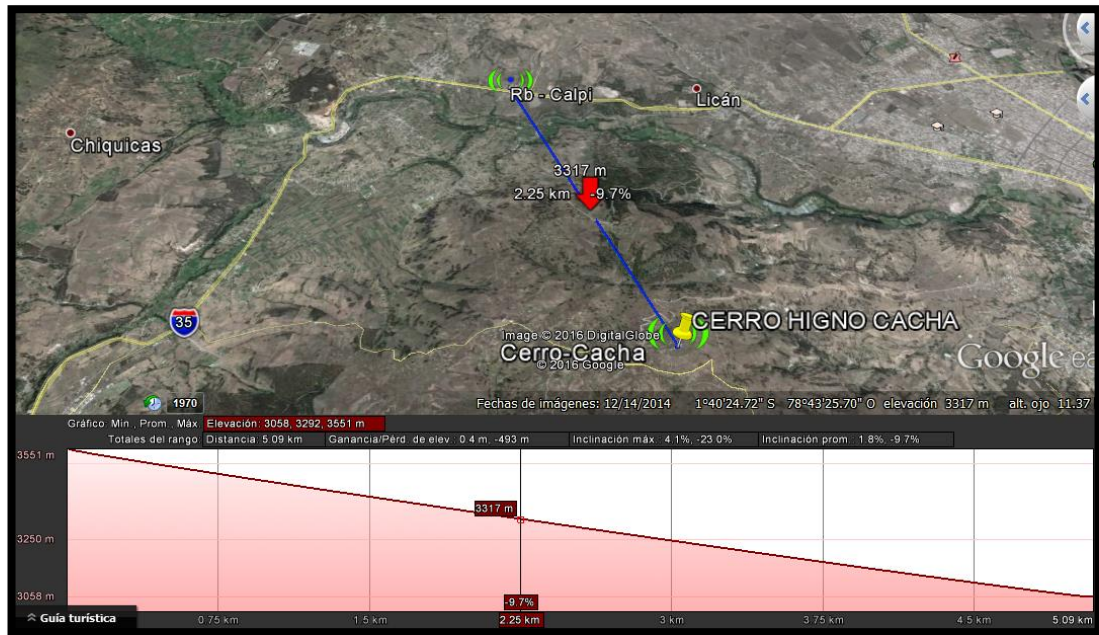


Figura 23-4: Perfil de elevación del Terreno del cerro Cacha-Licto

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Para realizar el cálculo del radio de la primera zona de Fresnel R1 se aplica la siguiente formula:

$$R1 = 17.32 * \sqrt{\frac{n * (d_1 * d_2)}{(d * f)}}$$

Ecuación 2-4: Radio de la primera zona de Fresnel R1

Dónde:

- **R1:** radio en metros
- **n:** igual a 1 ya que se calcula la primera zona de fresnel.
- **d1:** distancia desde el transmisor hacia el obstáculo.
- **d2:** distancia desde el obstáculo hacia el receptor.
- **f:** frecuencia en GHz.
- **d:** distancia en 3D, es su línea de vista.

Para calcular la distancia en 3D se aplica la siguiente formula:

$$d_{3D} = \sqrt{(d_{2D})^2 + (h)^2}$$

Ecuación 3-4: Distancia de la línea de vista

- d_{2D} : Distancia entre el transmisor y receptor.
- h : Altura del obstáculo desde el nivel del mar.

Con los resultados obtenidos y mostrados en la tabla 10-4 se tomaron aquellas simulaciones que presentan problemas con su primera zona de fresnel al ser exportados a google earth se pudo tomar los datos requeridos para aplicar las fórmulas 2-4y 3-4.

Tabla 12-4: Cálculo de la primera zona de fresnel

Radioenlac e	d_1 [km]]	d_2 [km]]	d_{2D} [km]]	h [Km]]	d_{3D} [km]]	f [GHz]]	r_1 [m]]	F1(60 % r_1)
Cerro Cacha- Calpi	2.25	2.84	5.06	3.317	6.050	0.560	23.66 0	14.27
Cerro Cacha- Cubijies	12.5	2.84	15.50	2.697	15.733	0.560	34.77	20.86
Cerro Cacha- Cacha	5.24	0.33	5.57	2.943	2.300	0.560	12.07	12.04
Cerro Cacha-San Luis	5.36	2.05	7.41	2.920	7.965	0.560	27.18	16.31
Cerro Cacha- Punin	8.36	2.72	11.08	3.153	11.520	0.560	32.52	19.51
Cerro Cacha- Licto	15	2.12	17.62	2.945	17.864	0.560	30.88	18.52
Cerro Cacha- Pungala	21.4	0.22	21.62	3.475	21.898	0.560	10.73	6.43
Cerro Cacha- Penipe	17.6	7.05	24.65	2.739	24.802	0.560	51.77	31.06
Cerro Cacha-Colta	4.18	3.05	7.23	3.408	7.993	0.560	29.23	17.54

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

En la tabla 12-4 se puede observar los valores que debe tener la primera zona de fresnel (F1), para conseguir la intensidad de campo calculada anteriormente para que pueda llegar la señal con el menor número pérdidas, si bien estos valores son ideales para áreas despejadas completamente, se puede lograr tener un buen nivel de señal al cambiar de posición o incrementar la altura del mástil donde se soporta dicha antena receptora de TDT. Como ejemplo, puede estimarse que en determinadas condiciones y para una distancia de 30 km del centro emisor, con una elevación de 3 metros de la antena puede significar una ganancia de señal de 1,5 dB.

Finalmente se muestra en la siguiente tabla los valores de intensidad de campo obtenidos a través de las simulaciones y los cálculos realizados para TDT.

Tabla 13-4: Intensidad de campo TVA y TDT

Parroquias Rurales	Distancia Tx-RX [Km]	E [dBuV/m] TVA	E [dBuV/m] TDT
San Juan	9.91	99.4	110.6
Calpi	5.06	82.2	93.4
Riobamba	9.64	104.6	115.8
Cubijies	15.50	41.5	52.7
Cacha	5.57	70.0	81.2
San Luis	7.41	53	64.2
Punin	11.08	47.8	58.9
Quimiag	16.85	96.6	107.8
Licto	17.62	27.7	38.9
Flores	15.12	95.6	106.8
Pungala	30.5	30.5	41.7
Guano	13.78	100.5	111.7
Penipe	24.65	36.7	47.9
Altos de Colta	7.23	74.2	85.4
Chambo	15.46	97.1	108.3

Elaborado por: (Miguel Bone, 2018)

Como se observa en la tabla 13-4 se logra aumentar la intensidad de campo aproximadamente un 11.2 dBuV/m, permitiendo que el 80% de las parroquias rurales incluido Guano, Altos de Colta y Chambo puedan disfrutar de los beneficios de la TDT.

4.5. Análisis Costo/ Beneficio

La propuesta desarrollada se pone a consideración y disposición del Dr. Alex Colcha, Gerente del canal de televisión Ecuavisión, esta oferta resulta ser una fuerte inversión ya que los costos que incurren en la realización del proyecto son demasiados altos a pesar de que no fue necesaria, una adquisición completa de equipos para el área de producción y programación.

No obstante, esta nueva propuesta trae consigo ciertos beneficios, ya que al brindar correctamente todos los servicios que ofrece esta nueva tecnología incrementara la acogida por parte del televidente y así toda esta inversión se convertirá en nuevos ingresos para la estación de radiodifusión de televisión, originando así mayores utilidades para la estación matriz permitiendo que en un futuro se logre transmitir señal digital hacia otras provincias del país.

Gracias al conocimiento del medio en el que se desarrolla el canal se puede crear vínculos con empresas telefónicas para brindar el servicio de One-Seg atrayendo más a los usuarios finales, convirtiéndose esta estrategia en una nueva fuente de ingresos para poder recuperar en el menor tiempo posible la inversión realizada.

4.6. Comprobación de la hipótesis

Para determinar si son apoyadas o refutadas las hipótesis científicas en base a lo que investigador observa, estas deben ser sometidas a pruebas, las que permiten si lo argumentado tiene apoyo o no de acuerdo con ciertos datos obtenidos en la investigación.

- **H₀:** No es posible la transmisión y Distribución UHF de televisión digital abierta mediante una repetidora y por un cable de TX
- **H₁:** Es posible la transmisión y Distribución UHF de televisión digital abierta mediante una repetidora y por un cable de TX

4.6.1. Variables

4.6.1.1. Variables independientes

Los efectos lineales y no lineales presentes durante la transmisión y distribución UHF de televisión digital abierta.

4.6.1.2. Variables dependientes

Variación de los efectos lineales que cumplen con los establecidos en la transmisión y distribución UHF de televisión digital abierta.

4.6.2. Población

La población es el conjunto de todos los elementos a ser evaluados y en la presente investigación la ciudad de Riobamba y sus alrededores.

4.6.3. Procedimientos generales

Se ha procedido a detallar los métodos utilizados en la presente investigación:

Método: comparativo – experimental

Técnicas: experimentos y pruebas

Instrumento: Radio Mobile

4.6.3.1. Instrumentos de recolección de datos

De acuerdo a la naturaleza de la investigación, los instrumentos más apropiados para la recolección de datos fueron la comparación de experimentos y pruebas, los mismos que se

aplicaron utilizando la transmisión y distribución UHF de televisión digital abierta mediante una repetidora y por un cable de TX.

Para la recolección de información se utilizó para ciertos casos la observación directa para comparar niveles de atenuación, BER, y Factor Q en relación a la distancia entre el Trasmisor y los dispositivos finales, esto mediante el soporte del software mencionado.

4.6.3.2. Validación de los instrumentos

La validez de los instrumentos depende del grado en que se mide el dominio específico de las variables que intervienen en la investigación. Todo instrumento aplicado debe tener como característica fundamental: la validez y la confiabilidad. La validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir.

El software Radio Mobile fue creado para hacer frente a las necesidades de los investigadores, ingenieros de telecomunicaciones, integradores de sistemas de trasmision estudiantes y a una amplia variedad de usuarios. Radio Mobile es una suite de diseño de software que permite a los usuarios planificar, probar y simular los enlaces en la capa de transmisión de redes modernas es compatible con las herramientas de diseño de Radio Mobile.

4.6.4. Escenario de simulación

En las figuras (17 - 23) se muestra el escenario de simulación en el que constan de etapas: Transmisión, mediante que simulan la generación de señales de datos, voz y video

Recepción simulada por medio de equipos de transmisión para la recepción de la señal.

En cada una de las etapas se presentan medidores de potencia, analizadores de espectros, visualizadores de la señal en el dominio del tiempo para conocer el comportamiento de la señal. También se trabaja con atenuadores de la señal para representar la atenuación que genera los conectores o fusiones.

Variando la distancia d en cada uno de los tramos, se puede notar que los parámetros cambian.

4.6.5. Procesamiento de la información

Para el análisis de los datos y la comprobación de hipótesis, se determinan las variables dependientes e independientes con sus respectivos indicadores.

Se analiza los parámetros que permiten determinar la calidad que va tener la señal una vez transcurrido por los elementos propuestos en el diseño.

4.6.6. Prueba de hipótesis

Se apoya o se refuta una hipótesis científica sometiénolas a pruebas que se apoyen en los datos obtenidos en la investigación.

Para determinar los límites de confianza se realizan pruebas estadísticas mediante métodos, uno de ellos es el chi-cuadrado (X^2), el cual permite calcular la probabilidad de obtener resultados que únicamente por efecto del azar se desvíen de las expectativas en la magnitud observada si una solución a un problema es correcta.

Para el cálculo del valor del Chi-cuadrado se trabajó con la fórmula:

$$X^2 = \frac{\sum (O - E)^2}{E}$$

Ecuación 4-4: Chi - cuadrado

Donde:

O = el número observado de una clase particular

E = el número esperado de esta clase, y

Ó = es la sumatoria de todos los valores posibles de $(O - E)^2 / E$.

4.6.6.1. Grados de libertad

Corresponde al número de categorías o clases que existe. Se lo calcula mediante:

$$gl = \text{\#clases} - 1$$

$$gl = (\# \text{ filas} - 1)(\# \text{ columnas} - 1)$$

4.6.6.2. *Valor crítico*

Este valor se lo busca de Chi-cuadrado calculado, en base a los grados de libertad y el nivel confiabilidad el cual generalmente es 0,05% para determinar el valor de la probabilidad. Si la probabilidad es alta se considera que los datos están de acuerdo con la solución, lo cual no prueba que la solución sea correcta, sino que simplemente no se puede demostrar que sea incorrecta.

Tabla 14-4: Cuadro cálculo de chi cuadrado

Escenario 1			Escenario 2								
Obtenidos			Esperados			Atenuació n	Factor Q	BER	Atenuación	Factor Q	VER
Atenuació n	Factor Q	VER	Atenuació n	Factor Q	BER	(Oij – Eij)	(Oij – Eij)	(Oij – Eij)	((Oij – Eij)^2)/Eij	((Oij – Eij)^2)/Eij	((Oij – Eij)^2)/Eij
23,32	12,366	1,99E-30	23,332	12,1311	3,416E-31	-0,012	0,2349	1,64503E-30	6,17178E-06	0,004548475	7,92191E-30
23,84	11,5213	5,15E-26	23,556	12,6362	6,62211E-32	0,284	-1,1149	5,15067E-26	0,003424011	0,098368339	4,00619E-20
23,39	13,1537	8,09E-36	23,906	13,2248	3,0813E-36	-0,516	-0,0711	5,0116E-36	0,011137622	0,000382252	8,15115E-36
23,78	12,6268	7,51E-32	23,529	11,6556	1,07489E-26	0,251	0,9712	-1,07488E-26	0,002677589	0,080925001	1,07487E-26
23,48	12,9914	6,83E-34	23,355	13,6483	1,03163E-37	0,125	-0,6569	6,82806E-34	0,000669022	0,031616949	4,51929E-30
24,02	13,0952	1,74E-34	23,89	10,4519	7,14611E-21	0,13	2,6433	-7,14611E-21	0,000707409	0,668494235	7,14611E-21
23,69	11,7542	3,36E-28	23,273	13,2798	1,50643E-35	0,417	-1,5256	3,3584E-28	0,007471705	0,175262832	7,48714E-21
23,64	13,0156	4,99E-34	23,255	12,7415	1,7173E-33	0,385	0,2741	-1,21851E-33	0,006373898	0,005896544	8,64599E-34
23,79	10,3691	1,71E-20	24,225	11,3677	3,02855E-25	-0,435	-0,9986	1,7118E-20	0,007811146	0,087722403	9,67545E-16
24,01	10,716	4,26E-22	24,236	10,7681	2,43144E-22	-0,226	-0,0521	1,82988E-22	0,002107443	0,000252079	1,37715E-22
									0,042386017	1,153469109	9,676E-16

Realizado por: (Miguel Bone, 2018)

Grados de libertad

Para los grados de libertad tenemos

$$gl = \text{\#clases} - 1$$

$$gl = (\text{\# filas} - 1) (\text{\#columnas} - 1)$$

$$gl = (10-1) (3-1)$$

$$gl = 18$$

Valor crítico

Corresponde al valor de intersección de los grados de libertad y el nivel de confiabilidad el cual corresponde a 28,87

Siendo que el valor Chi cuadrado $X^2(0,42)$ para la atenuación, $X^2(1,15)$ para el factor Q, y para el BER $X^2(9,676E-16)$, los cuales son inferiores que el valor crítico (28,87), por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

CONCLUSIONES

- El diseño de transmisión del canal de televisión Ecuavisión 29 UHF está bien estructurado lo que permitió hacer el análisis para la migración de la televisión analógica a la televisión digital terrestre sin hacer muchos cambios en la misma.
- La inversión que se va a realizar en el canal posee un costo elevado que a su vez permite obtener beneficios para los usuarios y la estación propia; esto se va a ver reflejado en el servicio y la calidad de la transmisión.
- La arquitectura presentada para la transmisión de televisión analógica posee puntos de quiebre en su transmisión, mientras que con la nueva arquitectura mostrada para la transmisión de la televisión digital terrestre se puede ver el aumento en la cobertura para el cantón Riobamba y para los lugares que poseen poca recepción.
- La propuesta presentada del diseño y arquitectura para la televisión digital terrestre muestra que se necesita una gran inversión para la televisora, permitiendo mejorar las condiciones de recepción para los usuarios, que a su vez cubre la mayor parte del área del Cantón Riobamba con niveles de señal aceptables y garantizan la comunicación entre el emisor y los receptores.
- El diseño de arquitectura presentado para la TDT es viable y factible porque permite cubrir las necesidades de infraestructura del canal de televisión Ecuavisión para la transmisión de la señal digital la cual posee mejores características que la TVA.
- Las características desarrolladas por el estándar ISDB-Tb presentan una mejor calidad en el audio y video para la transmisión de la señal hacia los usuarios o receptores; se hace un uso eficiente del espectro radioeléctrico con respecto a la TVA, y presenta el servicio de interactividad entre usuario y programación.
- La adquisición de televisores con estándares de TDT de procedencia colombiana no se puede usar directamente una vez que se realice el apagón analógico, ya que el estándar de dicho país es el DVD-T.

RECOMENDACIONES

- En la programación presentada por la estación de trasmisora Ecuavisión se debe dar una mayor difusión sobre los beneficios que presenta el estándar ISDB-Tb y la televisión digital terrestre (TDT) con respecto a la televisión analógica TVA.
- El canal de televisión Ecuavisión debe establecer estrategias que brinden contenidos de interés para usuario, y esto permita obtener mayores resultados económicos para que recuperen la inversión económica realizada en los equipos.
- El audio y video de la estación televisiva debe ser de buena calidad para la transmisión de la señal digital.
- La tecnología avanza día a día y es inevitable su avance, para lo cual se recomienda que la estación Televisiva de capacitaciones a todo el personal encargado del área de producción y programación, para el uso adecuado de los equipos digitales y soporte técnico.
- Se recomienda que la estación televisiva tenga capacitaciones sobre los temas relacionados como middleware GINGA, generación o creación de contenidos interactivos para generar una programación adecuada para los usuarios.
- Se recomienda que las personas que cuentan con televisores adquiridos en Colombia compren un Set Top Box, para que puedan tener servicio de TDT en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

- Barba Cherrez, Diego Javier.** (2014). *Migración de un sistema de televisión con transmisión analógica a digital terrestre en la estación TV-MICC canal 47.* (Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato). Recuperado de: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8097/1/Tesis_t915ec.pdf
- Caiza Méndez, Diego Gustavo., & Pérez Insuasti, Juan José.** (2011). *Implementación de un Prototipo de Grabación Automatizado de señal de Televisión Abierta.* (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1940/1/98T00010.pdf>.
- Cajamarca Ullauri, Jorge Luis & Calle Idrovo, Braulio Patricio.** (2017). *Estudio de factibilidad del proceso de migración de televisión analógica terrestre a televisión digital terrestre del canal de televisión Austral TV de la ciudad de Azogues.* (Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana). Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4526/1/UPS-CT002632.pdf>
- Cevallos, Alvia Gregorio.** (2014). *Estudio del estándar adoptado para televisión digital terrestre en el Ecuador.* (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil). Recuperado de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/1731/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-41.pdf>
- Dutan, Washington Oswaldo.** (2014). *Proceso de Aplicación de frecuencias temporales de televisión digital terrestre (TDT) en el Ecuador, ciudad de Guayaquil canal de TV RTU.* (Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Guayaquil). Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7359/1/TESIS%20WASHINGTON%20DUT%C3%81N%20FINAL%2027%20Diciembre%202013.pdf>
- Ministerio Telecomunicaciones.** (2015). (MINTEL). Proceso de Implementación de la Televisión Digital en el Ecuador. Quito- Ecuador. MINTEL. p.4
- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones.** (ARCOTEL). (2015). Norma Técnica de Radiodifusión de Television Digital Terrestre. Resolución 301. Registro Oficial 579 de 03-sep.-2015. Quito-Ecuador. ARCOTEL. pp. 3-9.

- Guillen Guillen, Esperanza Maribel.** (2017). *Estudio y Propuesta de la Factibilidad técnica social y económica del sistema SBTVD-T (Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre) en el Ecuador.* (Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional). Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4265/1/CD-0947.pdf>
- Lema Parco, Robinson.** (2013) *Estudio para la Migración de Televisión Analógica a Televisión Digital bajo el Estándar ISDB-Tb para la Empresa TESATEL HOY TV Canal 21.* (Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Israel). Recuperado de: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/323>.
- Pisciotta, Néstor Oscar.** (2016). *Transmisión de Televisión Digital Terrestre en la norma ISDB-Tb* [En línea]. 1a. Ed. Buenos Aires- Argentina: Cengage Learning Argentina, 2013. pp.15-116. [Consulta: 15 marzo 2016]. Disponible en: <https://issuu.com/cengagelatam/docs/televisi__n_issuu>.
- Santacruz Pazmiño, Samantha Isabela.** (2014). *Análisis de los efectos de la implementación de la televisión digital terrestre en el Ecuador.* (Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador). Recuperado de: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4241/1/T1512-MGDE-Santacruz-Efectos.pdf>
- Suing, Abel; & Ortiz Leon, Carlos.** (2017). *Televisión Ecuatoriana: pasado y presente.* (Tesis de grado, Universidad Técnica Particular de Loja). Recuperado de: <http://www.revistarazonypalabra.org/index.php/ryp/article/viewFile/8/pdf>
- Tene Saguay, María Cristina.** (2016). *Diseño de una arquitectura para la transmisión de televisión digital terrestre en la ciudad de Riobamba y sus parroquias rurales, (caso de estudio Ecuavisión canal 29 UHF).* (Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6438/1/98T00127.pdf>
- Villamarín Zapata, Diego Fernando.** (2014). *Estudio Comparativo y de Integración para las Plataformas de Televisión Interactiva Europea HBBTV y Latinoamericana Ginga* (Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid). Recuperado de: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1482/1/T-SENESCYT-00616.pdf>.

ANEXOS

Anexo A: Proforma de los equipos



ECUATRONIX

PROFORMA

FECHA: 09 de JUNIO de 2016	OPV0616- 17979
PARA: ESTACION TV / RIOBAMBA / Srta. Cristina Tene	
DE : ECUATRONIX/ LCDA. NATALIE FORTUNEY	
REF.: IMPLEMENTACION DE TELEVISION DIGITAL PARA RIOBAMBA	

I.- CHIMBORAZO (Cerro CACHA)

* SISTEMA DE TRANSMISION DIGITAL:

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	<p>Transmisor TV Air Cooled Multimode, 1.25 kWrms</p> <p>Digital SVES compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 PCM DRIVER (SDS-To) 1 Modulo HPA SLIM3 RECEPTOR SAT embebido RECEPTOR GPS embebido <p>Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dual ASI (Digital) Hitless input switching (SFN) Receptor Satelital DVB-S/S2 <p>Frequency ref:</p> <ul style="list-style-type: none"> Built-in high stability OCXO, Input for optional external source Built-in GPS receiver Front-panel display & SNMP/HTTP for direct & remote equipment control. Filtro de mascara critica de 8 cavidades analogicas/Digital, ISDB-To inclusive de acoplador direccional y muestras. Rack frame Doble Driver PCM KIT <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		81.824,00
1	<p>ARREGLO DE 6 ANTENAS TIPO PANEL UHF - SIRA. (polarización elíptica) UHF. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> Distribuidor de 6 vías con entrada tipo Flange EIA 7/8". 6 cables de interconexión de 1/2" Herrajes galvanizados y Codos 90° 3 1/8" Gainancia 29.35dBd <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		27.042,00
1	<p>ACCESORIOS DE INSTALACION SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMA RADIANTES que incluye :</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación de 60 m. cable coaxial de transmisión a 1 3/8 " (2) Dos conectores para cable coaxial de 1 3/8" (2) kit de accesorios de instalación de cable coaxial y accesorios compuesto por: hanger kit, angle kit, 2 wall roof feed thru, 2 grounding kit ,etc. <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		9.726,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$118.592,00



ECUATRONIX

Pag.:2
OPV0616- 17979

OPCION 630 Wtms:

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	<p>Transmisor TV solid-state Air Cooled, 630 Wtms</p> <p>Digital Ready SYES, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 PCM DRIVER(ISDB-Tb) 1 Modulo HPA SLIM3 RECEPTOR SAT embebido RECEPTOR GPS embebido <p>Inputs:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dual ASI (Digital) Hitless input switching (SFN) Frequency agile - "static" or "adaptive" pre-correction (both linear and non-linear) Modular & Reliable multi-PA structure Broadband standardized design <p>Frequency ref:</p> <ul style="list-style-type: none"> Built-in high stability OCXO, Input for optional external source Built-in GPS receiver Front-panel display & SNMP/HTTP for direct & remote equipment control. Filtro de mascara critica de 8 cavidades analógicas/Digital, ISDB-Tb Rack Frame Dual Driver KIT ISDB-Tb <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR:</p>		64.510,00
1	<p>ARREGLO DE 6 ANTENAS TIPO PANEL UHF - SIRA. (polarización elíptica) UHF. Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> Distribuidor de 6 vías con entrada tipo Flange EIA 7/8". 6 cables de interconexión de 1/2" Herrajes galvanizados Y Codos 90° 3 1/8" Ganancia 29.35dBd <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		27.042,00
1	<p>ACCESORIOS DE INSTALACION SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMA RADIANTES que incluye :</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementación de 60 m. cable coaxial de transmisión 7/8 " (2) Dos conectores para cable coaxial de 7/8 (2) Kit de accesorios de instalación de cable coaxial y accesorios compuesto por: hanger kit , angle kit, 2 wall roof feed thru , 2 grounding kit ,etc. <p>PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :</p>		5.171,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$36.723,00



ECUATRONIX

Pág.:3
OPV0616- 17979

• SISTEMA DE MICROONDAS DIGITALES ESTUDIOS – TRANSMISOR CERRO CACHA:

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	TRANSMISOR DE MICRONDA ELBER TX Banda 6.25-6.90 ELBER • Potenda 1 W PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		20.222,00
1	RECEPTOR DE MICRONDA ELBER RX Banda 6.25-6.90 ELBER PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		21.102,00
1	DECODER ELBER IRO DVB-S/S2 PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		4.449,00
1	ENCONDER 1508-Tb, MD 9700, entrada HD-SDI. PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		9.020,00
1	MULTIPLEXOR HXL, línea ISCHIO, modelo ISMUX-004 PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		5.200,00
2	PARABOLAS DE 4 PIES , PARA OPERAR EN LA BANDA 6.425 – 7.125 Mhz, Ganancia 35.89dBi PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :	3.542,00	7.084,00
30	Guía de onda Kit de accesorios de instalación Herrajes para parabólicas PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		3.684,00
2	TRANSITION UDR70 N FEMALE PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :	357,00	714,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$71.475,00

• EQUIPOS SOLICITADOS :

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT.	P. TOTAL
1	• (1)SWITCHER DE VIDEO DATA VIDEO 4 CANALES • (1) MIXER DE AUDIO ZED 436 – 36 INPUTS 4 BUSS RECORDING MIXER with USB PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		5.815,00
1	• MONITOR TELEVISOR LED 42"(49") y CABLE HDMI PRECIO ESPECIAL NETO EN ECUADOR :		1.688,00
	SUBTOTAL PUESTO EN ECUADOR:		\$7.503,00



TOTAL DEL PROYECTO

ITEM	DESCRIPCION	P.TOTAL
1	I.- CHIMBORAZO Riobamba (Cerro Cacha) SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMAS DE MICROONDAS (ESTUDIO - TX PRINCIPAL)	190.067,00
2	I.- CHIMBORAZO Riobamba (Cerro Cacha) Opción 1: 630 Wms SISTEMA DE TRANSMISION Y SISTEMAS DE MICROONDAS (ESTUDIO - TX PRINCIPAL)	168.198,00
3	II. EQUIPOS DE ESTUDIO VARIOS SWITCHER, MIXER Y MONITOR	7.503,00
	SUBTOTAL OPCION PRINCIPAL:	197.570,00
	(+) 14% IVA:	27.655,80
	TOTAL PUESTO EN ECUADOR:	\$225.225,00

TERMINOS Y CONDICIONES:

- **Forma de pago:**
De acuerdo a convenio con el CUENTE al momento de la NEGOCIACION.
 - **Tiempo de entrega:**
90 A 120 días laborables puesto en Ecuador, a partir del pago del Anticipo, + 15 días hábiles instalado.
 - **Garantía:** Un año contra defectos de fabricación.
ECUATRONIX dispone de repuestos y servicio de garantía extendida de 14 meses como representante autorizado.
 - **Validez de la oferta:** 15 días
- Notas:**
- No Incluye Instalación

Atentamente,

Lcda. Natalie Fortuny
Presidenta Ejecutiva

QUITO: Yañez Pinzon N26-42 y Ave Colon - TEL: 593 (02) 2619400; 2921 921; FAX: 593 (02) 2924 080
GUAYAQUIL: CERRO DEL CARMEN JUNTO A TILSAMAZONAS - TEL: 593 (04) 2303 441; 2303470 FAX: 593 (04) 2303461
CUENCA: AV. BASIL LA CATOLICA Y AV. LOJA, URB. LA PEDRA CASA NO. 9 - TEL: 593(07) 2617 709; 2612 844
SUCURSALES: AMBATO - LOJA - ESMERALDAS - MANTA - SAUNAS